



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Projecte o Tesina d'Especialitat

Títol

**Planificació de serveis de Transport a la
Demanda en el Pallars Jussà**

Autor

Neus Burgués Coma

Tutor

Miquel Estrada-Romeu

Departament

722-Infraestructura del Transport i Territori

Intensificació

Enginyeria del Transport

Data

7 de maig del 2008

Les choses que passent, passent per alguna
raó...La vie c'est comme ça.

Agraïments

Agreixo al Miquel Estrada haver-me guiat i ajudat quan ho he necessitat i a portar a bon port aquesta tesina, gairebé sempre en la distància.

Moltes gràcies als dos amics i companys de la universitat el David Abeijón i la Cristina Gil per les seves ajudes tant tècniques, lingüístiques i burocràtiques com pel seu recolzament al llarg de tota la carrera. Nombrar, també, als meus companys i amics universitaris que junts hem arribat al final d'aquesta etapa.

Després d'aguantar milers de vegades “he d'acabar la tesina” els meus amics del Pallars ja poden estar orgullosos de la seva magnífica frase “Acaba ja”. Faig menció especial a la Núria Torres per tenir la paciència de fer i anar a buscar tot allò que li demanava.

Gràcies a l'empresa Geovial, en especial els meus companys d'Àger per haver-me recolzat en tot moment.

Vull agrair també la col·laboració dels taxistes del Pallars Jussà, el Consell Comarcal i tota aquella gent que va respondre a les preguntes de l'enquesta desinteressadament.

Finalment dono les gràcies a la meua família per haver-me recolzat durant tots els anys de camins i per haver-me acompanyat durant tota la vida.

RESUM

Aquest document vol donar una visió general del que és el Transport a la demanda (TAD) i analitzar de manera més específica el cas d'aquest servei a la comarca del Pallars Jussà.

A partir de la investigació bibliogràfica es definiran les variables que afecten als usuaris, als taxistes i als promotors de la zona d'estudi i s'analitzarà una possible millora tant econòmica com social a través de l'augment de freqüència de pas del servei.

Les variables que es defineixen pels usuaris, són comunes a tots els estudis del TAD. El factor més important per aquests serà el temps. En aquesta tesina, el temps contemplat és la variació de temps de trajecte. A partir d'aquesta variació s'analitza la viabilitat i el cost del temps dels usuaris.

Les variables que afecten als taxistes poden ser diferents segons el lloc d'estudi. A la comarca del Pallars Jussà, el factor més important que farà decidir a un taxista realitzar el servei del Transport a la demanda, serà el Cost d'oportunitat. Aquesta variable es té en compte, ja que la demanda del servei no és constant durant l'any, sinó que varia depenent de les èpoques.

El promotor, en la zona d'estudi és el Consell Comarcal. Aquest té la missió d'oferir un servei públic a totes les persones que ho sol·licitin però alhora disminuir els costos que això li produeix. Les variables que haurà de tenir en compte serà el cost dels taxistes que realitzen el TAD i els ingressos dels bitllets que pagaran els usuaris. La diferència entre les despeses i els ingressos serà financada a través de subvencions.

Un cop analitzades totes les variables i factors que es tindran en compte, es procedirà a realitzar dues simulacions. La primera per avaluar el model que està implantat actualment al Pallars Jussà i la segona es realitzarà a partir de la definició d'un model nou millorant el model actual.

Els resultats que s'obtinguin de les dues simulacions es compararan entre si i alhora es valoraran a través d'una enquesta feta a la població verificant, així, que els resultats de les simulacions es poden aplicar a la realitat.

Un cop avaluades totes les variables que afecten als usuaris, als taxistes i al promotor, tant pel model actual com pel modificat i comprovada la seva eficàcia i veracitat a partir de l'enquesta realitzada a la població del Pallars Jussà, s'analitzarà una possible millora del servei a través de l'augment de la freqüència de pas d'aquest a través de la valoració del temps d'espera i el temps perdut dels usuaris i comparant-ho amb els costos operacionals que comportaria aquest augment de freqüències. Els resultats obtinguts són els següents:

Pel que fa als usuaris, el model actual és el més convenient si el que es té en compte és la variació de temps de trajecte ja que aquesta és inferior que la del model modificat. .

El cost d'oportunitat dels taxistes en el model actual és molt més elevat que en el del model modificat. Tot i així, perquè un taxista estigui disposat a realitzar el servei se li hauria de pagar un suplement valorat amb hores d'espera.

El cost que ha de pagar el promotor per portar a terme el servei és la valoració dels quilòmetres en euros més el cost de temps d'espera que se li hauria de pagar al taxista perquè estès disposat a realitzar el servei del TAD. Tot i això, el model modificat genera menys despeses tant anuals com diàries que les del model actual.

Pel que fa al preu del bitllet, a través de l'enquesta realitzada s'ha analitzat la repercussió que tindria un augment del preu del viatge en la demanda del servei. Els resultats han estat que s'obtingrien més guanys si el preu del bitllet fos de cinc euros i no de tres euros (preu actual del bitllet del viatge).

Una de les possibles millores que podria proposar-se és l'augment de la freqüència de pas. Per uns costos operacionals iguals, el temps d'espera i com a conseqüència el temps perdut de l'usuari del model del TAD modificat és molt inferior al del model del TAD actual, doncs quedaria pal·liat l'augment de la variació de temps de viatge que comportava el model modificat. Així, doncs, sense augmentar els costos operacionals es podria oferir un millor servei a la població. Igualment, actualment, la demanda del servei ha disminuït amb els anys. La pràctica ha demostrat que un augment de la freqüència del servei farà augmentar la demanda d'aquest i com a conseqüència els ingressos de l'operador. Doncs queda demostrat que la proposta del model del TAD modificat és millor que el model que està implantat actualment al Pallars Jussà.

ABSTRACT

This paper tries to give a general vision about the transport-on-demand and analyze specifically the Pallars Jussà case.

From the bibliografic research, variables that affect users, taxi-drivers and operators of the studied zone will be defined and a possible improvement (economic and social) will be analyzed through the increase of the pass frequency of the service.

The defined variables for users are common for all the studies about the transport-on-demand. The most important factor for the users will be the travel time. In this graduating thesis, this attribute has been studied by means of the increment of travel time between future and current services. From this variation, the viability and the cost of time for the users will be analyzed.

The variables that affect the taxi-drivers can be different depending on the studied place. In Pallars Jussà, the most important theme that allow the taxi-drive decide if it is viable to consider the transport-on-demand is the opportunity cost. This variable is considered because the demand is not constant during the year so it changes depending on the season.

The operator in the studied zone is Consell Comarcal. This organization offers a public service to anyone who asks for it, but, at the same time, costs are reduced. The variables that Consell Comarcal will consider will be the cost of the taxi-drivers that carry out the transport-on-demand and the incomings of the tickets that the users will pay. The difference between the expences and the incomings will be supported through differents grants

Once all the variables and the important factors are analyzed, two simulations will be done. The first one so as to evaluate the model that are implemented now a days in Pallars Jussà and the second one will be done from a new improved model definition

The simulations's results will be compared and at the same time will be considered through a survey that has been done to the population verifying that the results of the simulations can be used.

Once all the variables that affect the users, taxi-drivers and operator, are evaluated using the actual model and the modified one and are proved the improvement of the service through the survey of the population, a possible improvement of the service through the increase of the pass frequency and the valoration of the waiting time and the lost time and comparing it with the operational costs that this increase will imply. The obtained results are:

About the users, the actual model is usefull if the important factor is the variation of the travelling time because this one in smaller than the modified model one.

The opportunity cost of the taxi-drivers in the actual model is bigger that in the modified on. But the waiting times should be paied to the taxi-drivers that are supposed to do the service

The cost that operators should pay is the valoration of the kilometers in euros plus the cost of the waiting times. However, the modified model generates less expenses than the actual model.

In the ticket price factor, accoring to the survey, is proved that more incomings will be generated if the price would be five euros instead of three euros (actual ticket price)

One of the possible improvements that could be proposed is the increase of the pass frequency. For the same operational costs, the waiting time, and the user's lost time, are smaller in the actual model than in the modified one because of the increase of the variation of the travelling time in the modified model. So, without increase the operational costs a better service could be offered to the population. At the same time, now a days, the transport-on-demand has gone down in the lasts years. The practise has proved that an increase of the pass frequency of the service will increase the demand and the incomings of the operator. So, is proved that the proposed model of the transport-on-demand modified is better that the one is implemented now a days in Pallars Jussà.

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS	1
1.1 Introducció.....	1
1.2 Objectius.....	2
2 GENERALITATS DE LA COMARCA DEL PALLARS JUSSÀ I EL TRANSPORT PÚBLIC.....	5
2.1 El Transport públic.....	5
2.1.1 Situació actual general.....	5
2.1.2 Zones amb baixa densitat de població i recomanacions.....	5
2.2 Generalitats del Pallars Jussà.....	6
2.2.1 La població.....	7
2.2.2 Taxa de motorització.....	8
2.3 El transport públic al Pallars Jussà.....	10
3 TRANSPORT A LA DEMANDA (TAD).....	13
3.1 Definició de TAD	13
3.1.1 Tipus de TAD.....	13
3.2 Estat de l'art.....	15
3.2.1 Metodologies heurístiques.....	16
3.2.2 Metodologies metaheurístiques.....	18
3.2.3 Metodologies estadístiques.....	18
3.2.4 Altres estudis.....	19
3.2.4.1 El concepte del temps.....	19
3.2.4.2 Els costos.....	19
3.3 Variables rellevants del TAD.....	21
4 METODOLOGIA DE DISSENY: AVALUACIÓ DEL TAD.....	23
4.1 Variables rellevants que afecten l'usuari.....	25
4.2 Variables rellevants que afecten el Taxista.....	30
4.3 Variables rellevants que afecten el Promotor.....	32
4.4 Freqüència del servei.....	33

5 CARACTERITZACIÓ DE LA ZONA DE SIMULACIÓ.....	35
5.1 Rutes del TAD actual i localització.....	35
5.2 Determinació de la zona de simulació.....	36
5.2.1 Caracterització de la zona de simulació.....	37
6 ANÀLISI DE RESULTATS.....	41
6.1 Avaluació de les variables pels usuaris.....	41
6.1.1 Hipòtesis i formulació matemàtica.....	41
6.1.1.1 Determinació del temps entre pobles.....	41
6.1.1.2 Determinació del poble inici de la ruta dins un ramal.....	42
6.1.1.3 Determinació del ramal d'inici dins una ruta.....	43
6.1.2 Anàlisi de les variables.....	47
6.1.2.1 Variació del temps de viatge.....	47
6.1.2.2 Viabilitat	55
6.1.2.3 Costos.....	56
6.1.3 TAD actual vs. TAD modificat.....	57
6.1.3.1 Simulació vs. Enquesta.....	57
6.2 Avaluació de les variables pels taxistes.....	59
6.2.1 Hipòtesis i formulació matemàtica.....	59
6.2.1.1 Presa de decisions.....	59
6.2.1.2 Anàlisi dels viatges en Tot Terreny.....	61
6.2.2 Anàlisi diari del Cost d'oportunitat.....	62
6.2.2.1 TAD actual.....	62
6.2.2.2 TAD modificat.....	63
6.2.2.3 TAD actual vs. TAD modificat.....	65
6.2.3 Anàlisi anual del Cost d'oportunitat.....	67
6.2.3.1 TAD actual	67
6.2.3.2 TAD modificat.....	68
6.2.4 El Cost d'oportunitat: possibles millores sobre els taxistes.....	69
6.3 Avaluació de les variables pel promotor.....	72
6.3.1 Hipòtesis.....	72
6.3.1.1 Costos socials i costos econòmics.....	72
6.3.2 Anàlisi dels costos socials.....	73
6.3.2.1 Cost de la variació de temps (usuaris).....	73
6.3.2.2 Cost d'oportunitat (taxistes).....	73

6.3.2.3 Costos socials.....	75
6.3.3 Anàlisi dels costos econòmics.....	78
6.3.3.1 Ingressos i despeses.....	78
6.3.3.2 Despeses.....	79
6.3.3.3 Ingressos.....	83
7 MILLORES FUTURES PER AL TAD: LA FREQUÈNCIA DE PAS.....	87
7.1 Hipòtesis i formulació matemàtica.....	87
7.1.1 Temps d'espera.....	87
7.1.2 Demanda i cost del servei de TAD.....	88
7.1.3 Variació del temps de viatge.....	88
7.2 Avaluació de la freqüència.....	89
7.2.1 Temps Tp per diferents viatges per setmana.....	89
7.2.2 Temps Tp per diferents viatges per dia.....	91
8 CONCLUSIONS I INVESTIGACIÓ FUTURA.....	95
8.1 Conclusions.....	95
8.2 Investigació futura.....	98
9 REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	99
ANNEXOS.....	103
Annex 1 : Enquesta i respostes a la població del Pallars Jussà.....	104
Annex 2: Resultats de l'avaluació de la variació de temps de viatge dels usuaris.....	106
Annex 3: Resultats de l'avaluació dels quilòmetres recorreguts pels taxistes.....	108
Annex 4: Tarifes màximes autoritzades de Taxi de l'any 2007	111
Annex 5: Reculls de premsa	112

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

1.1 Introducció

Durant anys, la ciutat ha estat un punt de centralisme ocasionant el despoblament dels nuclis més allunyats de les ciutats o capitals de comarca. Això a portat a que en molts pobles hi quedi unes desenes de persones que hi viuen tot l'any o en el pitjor dels casos estiguin totalment deshabitats.

Dins el territori català, la densitat de població és baixa exceptuant les comarques de la província de Barcelona i les tres capitals de província (Girona, Lleida i Tarragona). Aquest fet és degut a la centralització de les ciutats des de mitjans del segle XX produint un despoblament de la resta del territori, amb especial èmfasi, les zones tradicionalment agrícoles o ramaderes i remarcant les zones pirinenques.

Tret de les zones urbanes destacades com poden ser les capitals de província i altres capitals de comarca, en el territori català existeixen infinitat de petits municipis on la densitat de població és molt baixa i per tant els mitjans de transport col·lectiu no existeixen o son escassos. Aquest fet fa que gran part de la població es desplaci amb vehicle privat o es practiqui un tipus de “car-pooling”, (terme en anglès que significa compartir el cotxe per desplaçar-se, en aquest cas, es dona quan veïns d'un mateix poble o de pobles propers que tenen un mateix destí, s'agrupen en un cotxe. Normalment no es comparteixen els costos del vehicle sinó que, com tradicionalment s'ha fet en els pobles, es paga amb espècies), això, fa agreujar encara més la problemàtica d'implantació de transport públic, comportant una inversió inicial molt elevada i es veu agreujat per la falta d'usuaris.

S'ha de destacar, igualment que la taxa d'envelliment de la població és cada vegada més important; per tant hi ha una proporció d'habitants per als que la seva autonomia, la seva capacitat de desplaçament, es veu reduïda al no poder conduir.

Per aquest motiu, es busquen fórmules que evitin, en la mesura del possible, la dependència total del vehicle privat en algunes zones, procurant no arribar als costos tant elevats que suposaria l'establiment d'un sistema de línies regulars de transport públic per demandes tant reduïdes.

Aquestes fórmules es poden agrupar sota el concepte de Transport a la Demanda (TAD), i presenten com principal característica que l'usuari no s'adapta a l'oferta existent, sinó que és la demanda la que determina els serveis oferts.

El Transport a la demanda és un servei de Transport Públic, que funciona a partir d'una reserva per part de l'usuari a l'organisme que ofereix aquest servei. El TAD tant es pot utilitzar en territoris urbans, interurbans com també rurals. En les ciutats, s'utilitza pel transport de persones discapacitades, però també, com passa a Besançon (França) aquest s'utilitza per transportar viatgers des de l'estació de tren fins als respectius habitatges o viceversa o per la recollida de congressistes des dels hotels per portar-los al congrés. Aquest tipus de transport també és una solució pels territoris interurbans i rurals, on la demanda de transport és sovint difusa i on les línies clàssiques de transport són poc eficaces. En la majoria dels casos, els destins i les hores proposades son fixades

amb unes hores d'antelació i els itineraris són no fixos, és a dir, és planifiquen en funció de la demanda.

Tant en els casos de transport per ciutat com interurbà i rural, el TAD actuaria com un servei porta a porta. Aquest tipus de transport es podria confondre amb un servei de taxi, doncs també és un servei porta a porta, les diferències importants són que en aquest últim, el servei és privat i en canvi en els descrits anteriorment el servei és públic amb el qual un viatge amb aquest tipus de transport és molt més barat que en taxi. Això es pot aconseguir amb una bona coordinació i programació dels viatges que s'han de realitzar a partir del bon processament de les demandes de viatges que tingui l'organisme competent.

En la comarca del Pallars Jussà, degut aquesta baixa densitat de població, s'està aplicant actualment el sistema de Transport a la Demanda estàtic, és a dir, rutes fixades a priori. En la present tesina, s'analitzarà aquest sistema estàtic i s'avaluarà una modificació del sistema en funció dels usuaris que sol·liciten el servei. Aquesta modificació podria incloure's en la definició d'un sistema dinàmic, ja que el nombre d'usuaris i com a conseqüència els taxis necessaris, faran variar el recorregut de les rutes.

1.2 Objectius

L'objectiu general d'aquesta tesina és donar una visió global del que és el Transport a la demanda analitzant les variables que es tenen en compte per realitzar aquest servei i avaluar-les en l'actual aplicació a la comarca del Pallars Jussà. Igualment es proposarà unes modificacions per obtenir uns millors resultats tant econòmics com socials.

Aquest document es divideix en dos blocs destacats. El primer, estudia, a través de la recerca bibliogràfica, les diferents variables que influiran en el plantejament del model actual, el TAD actual i el model proposat en aquesta tesina, el TAD modificat. Aquestes variables seran definides de forma resumida per un cas general del Transport a la demanda. Igualment, pel cas del TAD a la comarca del Pallars Jussà, es definiran amb exactitud i es proposarà, si cal, equacions matemàtiques a fi de poder resoldre el problema.

En el segon bloc, s'analitzarà la zona d'estudi i s'acotarà una regió de la comarca per poder-hi realitzar una simulació. Així doncs, es podrà obtenir uns resultats que serviran per fer una comparació entre els dos models, el TAD actual i el TAD modificat. Un cop obtinguts aquest resultats es verificaran a través d'una enquesta realitzada a la població.

Finalment, es procedirà a trobar millores pel Transport a la demanda en el Pallars Jussà.

Seguidament, de manera breu, s'explica el contingut de cada capítol:

En el capítol 2, s'analitza el transport públic en general i es fa èmfasi a les zones amb baixa densitat de població. S'avalua la població, la taxa de motorització i el transport que existeix en la comarca del Pallars Jussà.

La definició i tipus de models del Transport a la demanda (TAD) s'explica en el capítol 3. Igualment, es parlarà de l'estat de l'art. Aquest s'ha dividit en 3 apartats destacats, segons si, els estudis, utilitzen metodologies heurístiques, metaheurístiques o estadístiques, per formular una

solució al problema del Transport a la demanda. Finalment es dona una definició global de les variables que afecten alhora de formular un model del Transport a la demanda.

El quart capítol és el més important del document. S'analitza les variables que es tindran en compte per avaluar el TAD al Pallars Jussà. Aquest es divideix segons si les variables afecten a l'usuari, al taxista o al promotor. Finalment s'analitza la variable Freqüència de servei, aquesta és el resum que es pot extreure de la tesina, ja que influeix en el cost de l'operador i en el cost de l'usuari. Per avaluar aquesta s'ha estudiat el temps d'espera i el temps perdut de l'usuari.

A partir de la caracterització de la zona d'avaluació que es fa en el capítol 5, es pot procedir a fer la simulació en el següent capítol. En aquest s'ha aplicat i avaluat cada variable definida en el capítol 4, obtenint resultats i fent comparacions entre el TAD actual, el modificat i l'enquesta realitzada a la població.

Finalment, en el darrer capítol, s'estudia la millora futura del servei, és a dir, l'augment de la freqüència de pas. Aquesta, com s'ha comentat, és l'aportació de millora que després de tot l'estudi es pot extreure dels resultats obtinguts.

2 GENERALITATS DE LA COMARCA DEL PALLARS JUSSÀ I EL TRANSPORT PÚBLIC

2.1 El Transport públic

2.1.1 Situació actual general

El cotxe ha esdevingut accessible per la gran majoria de la població. Aquesta ha tingut la possibilitat d'anar a viure lluny de les grans viles millorant el confort i augmentant la superfície per habitar-hi ja que els preus són més assequibles i menys cars.

Les comunicacions per carretera han anat millorant progressivament amb inversions en nova construcció de carreteres, millores de traçat o conservació d'aquestes facilitant la circulació dels usuaris per la xarxa.

A Europa, la piràmide d'edat està a punt d'invertir-se. La proporció de persones d'edat avançada dependents d'altres creix ràpidament. En la família tradicional, diferents generacions habitaven juntes permetent a les persones més grans beneficiar-se de l'ajuda dels seus descendents. En aquests moments, la dispersió de la família, amb l'augment de l'edat de vida, fa necessari assegurar els serveis de mobilitat per una població vella i sola de la seva família. Passa el mateix amb les persones discapacitades, aquestes, gràcies a ajudes públiques es poden independitzar de les seves famílies anant a viure en allotjaments amb algun tipus d'assistència. Tot i això, la mobilitat d'aquestes persones per les ciutats no és totalment accessible.

Actualment, el 25% de la població són persones amb mobilitat reduïda o amb necessitats espacials, UITP, (2001). Aquestes són considerades si:

1. Per raons de salut, la persona no es pot moure per sí sola. Es pot tractar de persones handicaps temporals o indefinides.
2. Persones d'edat avançada, dones embarassades, persones amb nadons o nens petits, carregades amb maletes o paquets. Aquests poden ser de mobilitat temporalment reduïda o permanent.
3. Igualment, les persones amb diferents graus de discapacitat mentals que poden tenir problemes a utilitzar el transport públic.

Aquest percentatge és força elevat i es preveu que vagi en augment en els següents anys degut a l'envelliment de la societat (un terç de la població en el 2020), per aquest motiu s'ha de tenir en compte aquests ciutadans, dotant-los d'un mitjà de transport per evitar ser exclosos de la societat.

2.1.2 Zones amb baixa densitat de població i recomanacions

En zones rurals amb baixa densitat de població el transport públic es caracteritza per una baixa demanda i alhora és heterogènia i presenta un servei a poques persones repartides en una superfície de gran extensió. El transport públic en aquests territoris, en molt països, es centra principalment en

el transport escolar.

El finançament del transport públic no resulta gens fàcil, convertint-se en greu problema quan es tracta de donar servei en un territori amb baixa densitat de població.

Donat que el mercat ofert és escàs i la demanda és baixa, difícilment es pot subministrar transport públic sense la forta inversió i recolzament econòmic de les autoritats organitzadores. El nombre limitat de passatgers i la necessitat de mantenir assequibles les tarifes, impedeixen que el mercat pugui oferir un servei rentable.

Els ciutadans que viuen en zones de baixa densitat, tenen els mateixos drets de mobilitat que aquells que viuen en zones urbanes. Degut a la baixa densitat de població, aquestes àrees es caracteritzen per una major eficàcia del mode de transport privat i un valor de l'espai viari menys important que en zones urbanes, aquesta quota més alta del transport privat fa que els transport col·lectius siguin de menys atracció. Això influeix en la tarificació del transport públic. Les recomanacions que es suggereixen a UITP (2005) són:

1. El transport públic en zones de baixa densitat contribueix a que les persones continuïn vivint en aquestes àrees i evita l'èxode cap a la ciutat o zones més poblades, provocant un creixement urbà. Per aquest motiu, s'han d'establir polítiques de planificació estatals i metropolitanes.
2. El sistema tarifari aplicat en les regions de baixa densitat ha de ser coherent i conciliar els objectius del servei públic dictats per les autoritats públiques, els operadors del transport.
3. El transport públic té un paper primordial a l'hora d'evitar l'exclusió social i l'aïllament de les zones rurals o poc accessibles. Llavors, la política de preus ha de reflectir el paper social del transport públic, oferint bitllets de preu reduït tal i com passa en les zones urbanes.
4. Les empreses de transport han de rebre una compensació adequada per acollir determinats grups de passatgers a preus reduïts.
5. Quan els sistemes de transport convencionals no tenen una justificació financera, es recomana desenvolupar solucions de transport a la demanda o trobar solucions de transport individual o taxis. En aquest cas, els sistemes de preus haurien d'integrar tota la cadena de mobilitat, incloent els preus d'estacionament.

2.2 Generalitats del Pallars Jussà

El Pallars Jussà és una comarca pirinenca del Nord-oest de Catalunya. Amb una superfície de 1.343,1 km² i 12 648 habitants (2006), comprèn gran part de la plana de la conca del Riu Noguera Pallaresa, Flamisell i la Plana de la Conca Dellà, limitada per les comarques de la Noguera, el Pallars Sobirà, l'Alta Ribagorça, l'Alt Urgell i Ribagorça a l'Aragó. La capital de comarca és Tremp i té un total de 14 municipis.

Les principals empreses són del sector agroalimentari, tot i que també es pot trobar de la metal·lúrgia i la maquinària, tèxtil, de la fusta i els mobles (en decadència), i de la construcció. Però el prestigi industrial de la comarca va lligat a les centrals hidroelèctriques, les primeres importants de la Península Ibèrica (del 1914 la de Capdella, al 1935 la dels Terradets). L'any 1985 hom posà en funcionament la central hidroelèctrica d'estany Gento-Sallente, la més potent de les instal·lades a Catalunya.

Pel que fa al turisme, en conjunt roman poc desenvolupat i poc homogeni, per manca d'una oferta turística permanent i manca d'infraestructures; la vall Fosca és la zona que ha tingut una implantació de turisme d'estiu més remarcable.

Les comunicacions modernes se centren en el ferrocarril de Lleida a la Pobla de Segur (1953) i en la carretera que pel pas dels Terradets comunica Tremp amb Balaguer i Lleida, la carretera de la Pobla de Segur a Pont de Suert, la de la Pobla a Sort per l'estret de Collegats, la de Barcelona a Tremp per Artesa de Segre i la de Tremp al Pont de Montanyana on enllaça amb la carretera que va a la Vall d'Aran pel Pont de Suert.

La població, estancada des de 1860 (26 765 h), ha experimentat una davallada progressiva. La minva més forta s'ha produït en els municipis muntanyencs, però també ha afectat els de la conca de Tremp.

Seguidament es presenten un seguit de taules i figures, totes elles extretes de dades estadístiques, sobre la població, la mobilitat, la taxa de motorització... que donen una visió general de la situació del Pallars Jussà a efectes de densitat de població, percentatge de mobilitat en vehicle privat...

2.2.1 La població

La taula següent mostra pels 14 municipis del Pallars Jussà, la baixa densitat de població. Amb l'excepció del de La Pobla de Segur els altres no superen els 20 habitants per quilòmetre quadrat. La diferència entre el Pallars i Catalunya és molt destacada, tot i que la meitat de la comarca sigui impossible viure-hi pel fet de ser un terreny muntanyós. La densitat de població és molt baixa, 200 habitants menys per quilòmetre quadrat comparant el Pallars Jussà i Catalunya.

	Població	Superfície (km²)	Densitat de població (hab/km²)
Abella de la Conca	186	78	2,38
Castell de Mur	163	62	2,61
Conca de Dalt	428	166	2,57
Gavet de la Conca	309	91	3,4
Isona i Conca Dellà	1.139	139	8,17
Llimiana	158	42	3,79
Pobla de Segur, la	3.050	33	92,9
Salàs de Pallars	330	20	16,28
Sant Esteve de la Sarga	155	93	1,67
Sarroca de Bellera	142	88	1,62
Senterada	126	34	3,66
Talarn	339	28	12,13
Torre de Capdella, la	722	165	4,37
Tremp	5.401	303	17,84
Pallars Jussà	12.648	1.343	9,42
Catalunya	7.134.697	31.895	223,69

Taula 1: Densitat de població dels municipis de la Comarca del Pallars Jussà i Catalunya (2006)

Aquesta baixa densitat ha estat decisiva perquè el Govern de la Generalitat consideri la comarca del Pallars Jussà zona desfavorida i s'hi prevegi una inversió de 6 milions d'euros en els propers anys

(Annex 5).

Un altre aspecte important de la població és l'edat d'aquesta, la figura següent, mostra els percentatges de les edats de la població de la comarca:

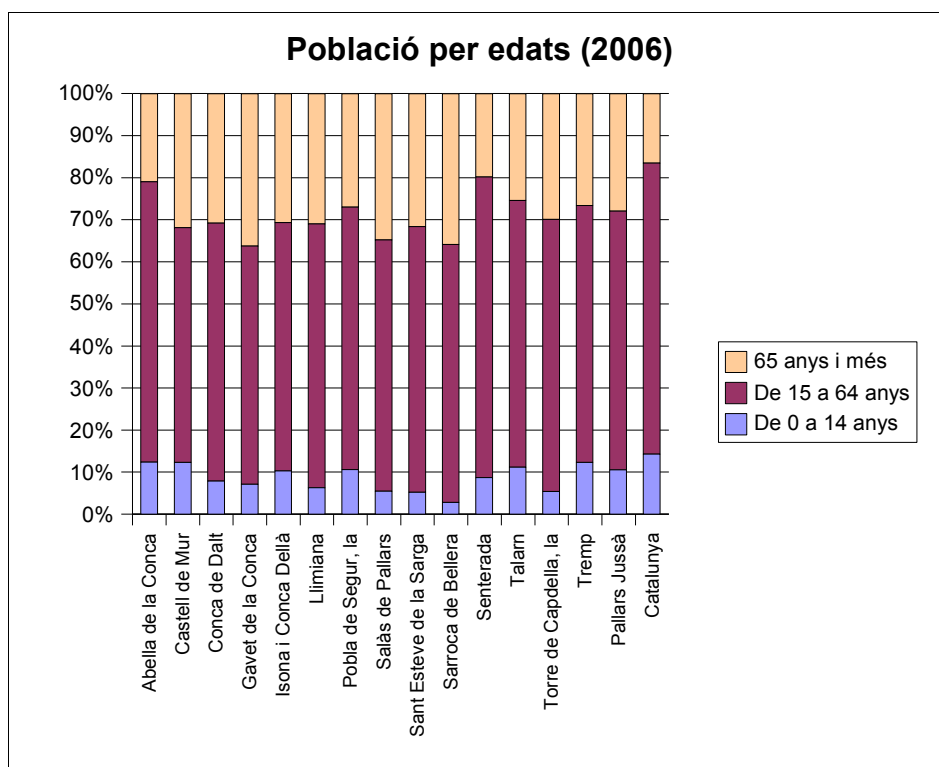


Fig 1: Població per edats dels municipis de la Comarca del Pallars Jussà i Catalunya (2006)

S'observa com en la majoria de municipis un 30 % de la població són persones de la tercera edat. Si es compara amb Catalunya en els municipis de la comarca del Pallars Jussà, la població de 65 anys i més supera a la primera d'un 5% a un 15 %. Aquesta població és envellida i esdevindrà cada cop més envellida ja que el percentatge de població jove és en la majoria de casos inferior al 10 %.

2.2.2 Taxa de motorització

Per entendre la mobilitat de la població de la comarca del Pallars Jussà, un dels aspectes importants ha tenir en compte és la taxa de motorització. En les figures 2 i 3 es presenta la taxa de motorització per persona i per llar, dels 14 municipis de la comarca del Pallars Jussà i de Catalunya:

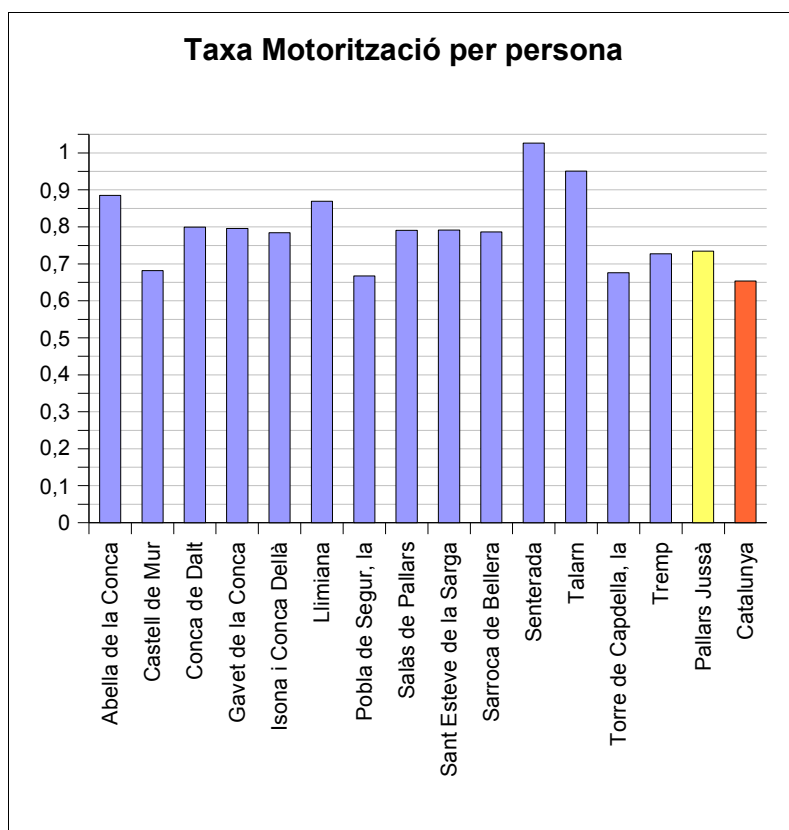


Fig 2: Taxa de motorització total dels municipis i comarca del Pallars Jussà i Catalunya (2006)

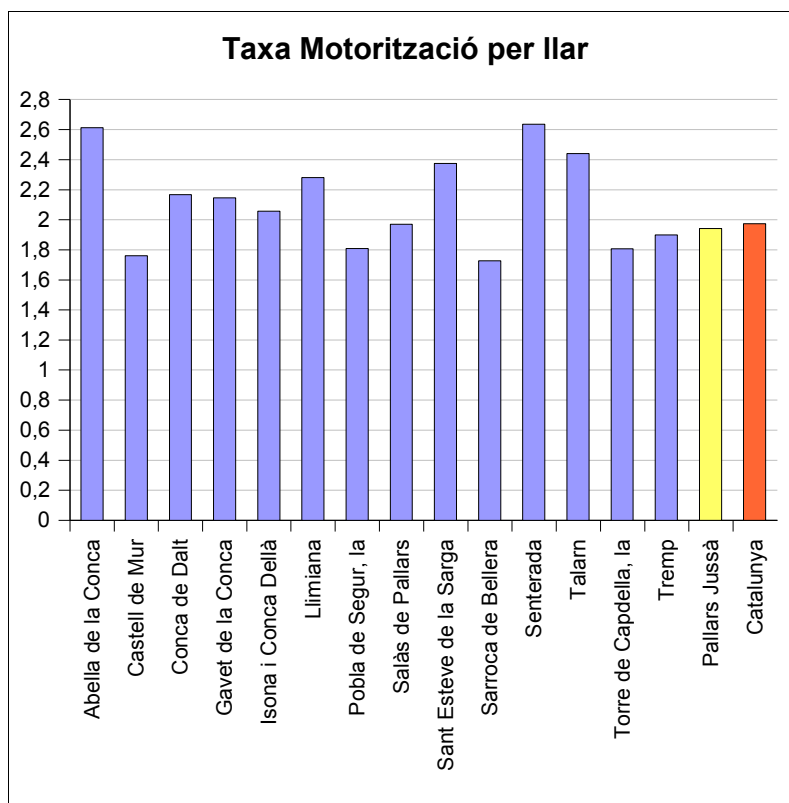


Fig 3: Taxa de motorització per llar del municipi i comarca del Pallars Jussà i Catalunya (2006)

Observant les figures anteriors, en la primera, la taxa de motorització per persona en cap dels municipis és inferior o igual a la de Catalunya, sinó que tot el contrari, és més elevada arribant a gairebé 10 centèsimes més comparant la mitjana de la comarca del Pallars Jussà. Un cas destacable és el cas del municipi de Senterada en que la taxa és de més d'un cotxe per persona.

En la segona figura, els vehicles per llar, en alguns casos és inferior que la de Catalunya. Això es pot explicar pel percentatge de persones d'edat avançada que viuen al municipi. Si s'observa el gràfic de la figura 1, els municipis que tenen un elevat percentatge de persones de la tercera edat el nombre de vehicles per llar disminueix, en canvi, quant aquest percentatge és baix, la taxa de motorització per llar augmenta.

Per tant, es pot deduir que existeixen moltes llars on només hi viuen persones de més de 65 anys i que a la vegada no tenen vehicle privat per desplaçar-se, doncs necessiten altres persones o un transport públic com el TAD per poder-se desplaçar des de la seva població fins a d'altres. Una altra conclusió que es pot derivar de les figures anteriors és que en el reste de llars, on viuen persones de menys de 65 anys, tenen un cotxe per persona, doncs aquest col·lectiu de gent no es desplaçarà en transport públic.

En resum, el perfil de persona que utilitza el Transport a la demanda al Pallars Jussà és d'una persona de la tercera edat que viu en una casa en que no hi ha cap vehicle privat, doncs no té el carnet de conduir.

2.3 El transport públic al Pallars Jussà

El transport públic existent al Pallars Jussà es distribueix i recorre les principals poblacions de la comarca.

En la taula següent es mostren l'origen i el destí dels diferents transport públic i els pobles de la comarca on existeix parada d'aquest mitjà:

Mitjà de transport	Origen	Destí	Poblacions del Pallars amb parada	Freqüència (viatges/dia)
Autobús	Esterri d'Àneu	Barcelona	La Pobla de Segur	2 viatges per sentit
			Salàs de Pallars	
			Tremp	
			Vilamitjana	
			Conques	
			Figuerola d'Orcau	
			Isona	
			Biscarri	
			Benavent de la conca	
	La Pobla de Segur	La Central de Capdella	La Pobla de Segur	Un viatge per sentit els dies feiners
			Senterada	
			La Pobleta de Bellvé	
			La Plana de Mont-rós	
			La Torre de Capdella	
			Espui	
			La Central de Capdella	
	La Pobla de Segur	El Pont de Suert	La Pobla de Segur	Del 16/09 al 30/06 un cada divendres per sentit Del 01/07 al 15/09 un diari per sentit
			Perves	
	Esterri d'Àneu	Lleida	La Pobla de Segur	Un viatge per sentit
			Salàs de Pallars	
			Tremp	
			Palau	
			Puigcercós	
			Cellers	
Tren	La Pobla de Segur	Lleida	Les mateixes que en autobús	3 viatges per sentit

Taula 2: Transport Públic que circula per la comarca del Pallars Jussà

Com s'observa en la taula, els pobles per on passa el transport públic són els més importants de la comarca, doncs donen servei a la majoria de persones que habiten en aquesta. Tot i així, la major part de pobles petits, es queden sense abastir pels mitjans de transport públic. És ben sabut, que en aquests el nombre d'habitants per poble que hi viuen habitualment, moltes vegades no supera els 20 habitants i que són, la major part, persones d'edats avançades sense possibilitat de poder-se desplaçar, doncs, aquesta població envellida necessita un mitjà de transport públic.

En la figura següent es mostra un mapa de la comarca del Pallars Jussà amb les poblacions més importants i les connexions per carretera i tren:

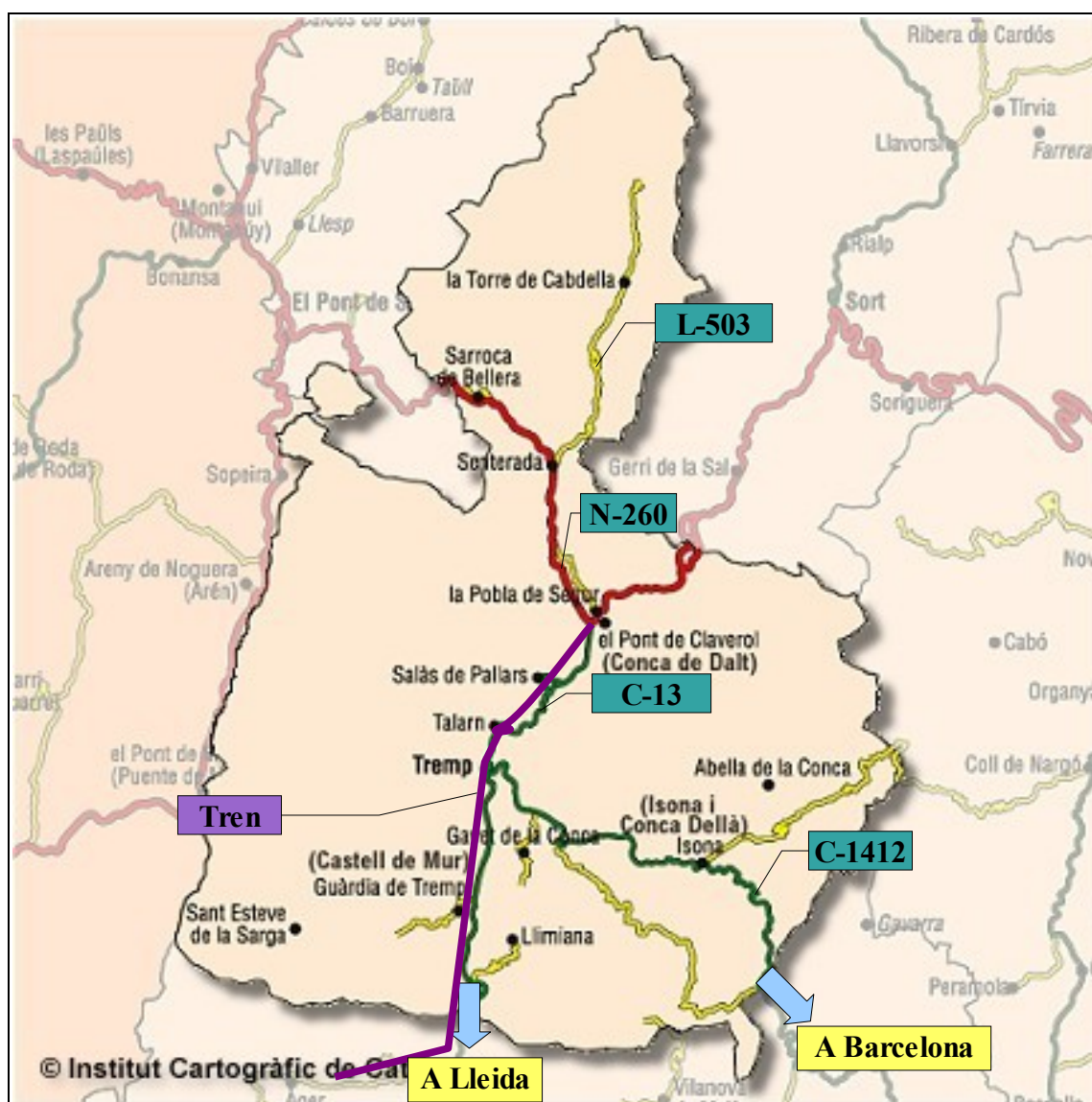


Fig 4: Mapa de les principals vies de comunicació del Pallars Jussà

Com s'ha vist, el Pallars Jussà és una comarca on la població és reduïda i la superfície és molt extensa, doncs té una densitat de població molt baixa si es compara amb Catalunya. Aquest fet s'ha produït pel despoblament dels pobles del Pirineu, l'èxode del camp a les ciutats.

Els habitants d'aquests pobles es desplacen als pobles on hi ha els serveis necessaris en cotxe privat. S'ha vist com la taxa de motorització dels municipis i de la comarca en general és més elevada que la de Catalunya.

Un dels problemes de la comarca del Pallars Jussà és que la piràmide s'ha invertit, hi ha més percentatge de persones de la tercera edat que persones amb menys de 15 anys. És una població envellida. A aquest fet hi recai el problema que gran part d'aquests habitants viuen en petits pobles, sols i sense un vehicle privat per desplaçar-se i sense un transport públic que hi arribi. Això ha estat pal·liat amb la implantació de rutes de Transport a la demanda per part del Consell Comarcal.

3 TRANSPORT A LA DEMANDA (TAD)

3.1 Definició de TAD

El problema del dial & ride, també anomenat paratrànsit, té com a objectiu donar servei a usuaris amb problemes de mobilitat, ja siguin persones d'edat avançada o persones handicaps.

El taxi-bus o transport a la demanda (TAD) és una altra modalitat d'aquest servei i el que tracta és d'abastir un territori amb una baixa densitat de població, es va començar a estudiar fa uns 40 anys. El problema més difícil en relació amb els altres problemes de transport és el cost i el malestar que pot presentar-se als usuaris si no se'ls hi ofereix un bon servei. El Transport a la demanda és un servei de Transport Públic, que funciona a partir d'una reserva per part de l'usuari a l'operador que ofereix aquest servei.

Aquest sistema de transport està molt implantat en els països europeus com França, Països Baixos, Bèlgica i nord Americans especialment a Canadà, on la població normalment viu en cases i estan disperses pel territori... en canvi, a Espanya, la implantació ha sigut molt lenta, sigui per la visió que se li donava al transport públic (El transport públic s'entenia com a tal, en les grans ciutats o en les línies de llarg recorregut), sigui per la poca acceptació que hi havia per part de l'administració pública a recolzar aquest tipus de transport, ja que la majoria d'aquests són molt deficitaris i necessiten un gran recolzament econòmic d'ens tant públics com privats.

3.1.1 Tipus de TAD

S'utilitzen diferents models per dur a terme el Transport a la demanda. Els més habituals són el transport porta a porta i les línies virtuals, tot i així, seguidament com explica ITER (2003) es defineixen aquests i altres models pel TAD:

Transport porta a porta

Es tracta d'una de les opcions més flexibles: es recullen i es deixa al client en els punts sol·licitats. Aquesta flexibilitat és una gran avantatge, però, a la vegada presenta una sèrie d'inconvenients:

1. es tracta d'una solució cara
2. pot entrar en conflicte amb el servei de taxi
3. Existència d'incertesa en els temps d'espera fins que arriba el vehicle que realitzarà el servei, ja que ha d'adaptar el temps de recorregut, en cada cas, segons el nombre de passatgers que l'utilitzaran.

Un exemple de transport porta a porta és troba a Toulouse on aquest servei completa la xarxa de línies virtuals existents.

Moltes vegades aquest tipus d'oferta s'orienta, exclusivament, a un col·lectiu determinat, com és el cas de Besançon (França), on s'ofereix el transport, als executius que han d'agafar el Tren de Gran Velocitat i han de desplaçar-se des del lloc de treball, hotel o casa fins a l'estació de tren, sempre dins uns horaris establerts per l'usuari.

Transport amb varis orígens i destins, amb horaris lliures

Opció semblant a l'anterior, però en aquest cas el servei no és porta a porta, sinó que els passatgers s'agrupen en parades que no es troben molt allunyades de les seves cases, i se'ls permet pujar i baixar en qualsevol d'aquestes. normalment es divideix la xarxa en zones de transport, en espacial quan es cobreixen àrees extenses.

Transport amb varis orígens i un únic destí, amb horaris lliures

Recull i/o deixa el passatger en un o varis punts específics del trajecte, i recull i/o deixa en el lloc desitjat pel passatger. Aquest tipus de servei sol tenir, en un extrem del recorregut una única parada, sent aquesta un lloc d'especial interès pel viatger, com pot ser un punt de connexió amb el reste de la xarxa de transport públic, una parada d'autobús o una estació, un hospital de referència per la població o un centre urbà. En l'altre extrem del recorregut, el passatger pot escollir lliurement l'origen o el destí. Es tracta d'un sistema complex que requereix d'una forta inversió inicial, sobretot en equip informàtic-tecnològic, a més que els costos de funcionament també són elevats.

Uns exemples d'aquest transport es troben el en Treintaxi holandès, on el passatger pot enllaçar amb aquest servei des de les estacions de ferrocarril,

Transport amb varis orígens i un únic destí, amb horaris fixos.

Es tracta d'una situació semblant a l'anterior, amb la diferència de que els horaris ja no són lliures, sinó que estan prèviament determinats. aquest servei estaria pensat sobretot per lligar les arribades d'un altre sistema de transport públic, de forma que es poden oferir en horari fix.

Un exemple d'aquest cas, és el de Pti'bus de Poitiers que dóna servei a zones mal comunicades, transportant els passatgers a tres punts diferents vinculats amb el centre de la ciutat i amb els possibles enllaços dels altres tipus de transport públic.

Un altre es troba en el zona de l'Aveyron, en la regió de Midi-Pyrénées, en el que el servei recollida/dipòsit en el domicili del passatger, però dins uns horaris preestablerts i amb un destí predeterminat.

Línies d'autobús virtuals

Línies de tipus regular, amb un itinerari i uns horaris determinats prèviament, que únicament són servides si existeix una reserva prèvia. L'accés al servei es realitza des d'una serie de parades predeterminades.

Pel passatger, presenta l'avantatge, respecte de les línies regulars tradicionals, la no necessitat de parada en aquelles parades en les que ningú no ha sol·licitat el servei, evitant donar tombs innecessaris i agilitzant el servei, disminuint el temps de recorregut.

Algunes d'aquestes línies són de tipus regular en hores punta, mentre que en hores vall es converteixen en línies de transport a la demanda. En una mateixa zona el nombre de línies virtuals pot ser elevat.

Existeixen multitud d'exemples on s'aplica aquest tipus de servei: servei Proxitran a Nantes, Pti'bus a Poitiers, Taxibus a Saint-Brieuc (Bretanya), Taxibus a Antibes...

A Espanya, també existeixen iniciatives d'aquest tipus a Donosti, Castilla y León, i en la zona d'estudi de la present Tesina, el Pallars Jussà.

3.2 Estat de l'art

El tractament científic del problema del dial & ride pot ser estàtic o dinàmic. El problema és estàtic quan totes les demandes de transport són especificades amb antelació permetent una organització dels itineraris i dels vehicles a priori, abans d'entrar en servei.

El problema és dinàmic quan les demandes es poden efectuar durant tot el dia o durant el trajecte del vehicle, és a dir, quan l'itinerari ja ha estat assignat, una nova demanda el pot fer modificar, doncs, els itineraris són establerts en temps real.

Estudis que tracten el TAD com un problema estàtic són els de Garaix et al. (2006) i Canalda et al. (2004), en canvi, Melachrinoudis et al. (2005), Cordeau i Laporte (2003), Psaraftis (1980), Sexon i Bodin (1985) i Rosselló et al. (1997) tracten el problema del Transport a la demanda dinàmic.

Normalment un problema dinàmic es resol a partir d'un d'estàtic definint un horitzó temporal de planificació. Inicialment s'agrupen les demandes i es resol el problema estàticament per obtenir un començament de l'itinerari. Aquesta solució serà modificada posteriorment amb les noves entrades de demanda.

Una de les problemàtiques que existeix en el TAD són les finestres temporals de recollida del passatger. Una finestra temporal és defineix com el marge en l'horari que tindrà el vehicle que realitza el transport tant per anar a buscar l'usuari com per fer l'entrega. Llavors, quan un usuari sol·licita el servei no sap exactament en quina hora serà la recollida ja que es tindrà en compte el nombre de sol·licituds dels altres passatgers. Això li comporta un temps d'espera i incertesa. Per minimitzar aquesta finestra temporal es pot augmentar el nombre de serveis que ofereix l'operador fet que augmentarà els costos d'aquest però a la vegada farà disminuir la finestra temporal de recollida de l'usuari, comportant-li una disminució dels costos.

Aquest és un dels problemes més destacats del transport a la demanda doncs s'ha de minimitzar tant els costos de l'operador com els de l'usuari. Un repercuteix en l'altre. Els costos de l'usuari són principalment dos, el cost del bitllet i el cost de temps que li suposa tant l'espera com la variació del temps de viatge que li suposa anar a buscar altres usuaris o fer el trajecte directe des de l'origen fins al destí. Si s'augmenta la freqüència de pas del transport públic, el cost del temps de l'usuari disminueix però en canvi augmentarà el cost de l'operador, doncs s'ha de trobar un punt mig en que tant el cost de l'operador com de l'usuari sigui el mínim possible sense que a la vegada un dels dos en surti perjudicat. Per tant s'haurà de minimitzar el cost de l'operador i de l'usuari.

Aquesta problemàtica es reflexa en la major part de la documentació que es comenta seguidament. Tanmateix el problema de la planificació es basa en ajustar els recursos existents a les necessitats de la demanda.

La bibliografia existent tant del transport a la demanda com del paratrànsit estudien la minimització

del cost del transport amb diferents variants i variables que afecten al servei.

Els estudis analitzats es classifiquen en aquesta tesina segons les diferents metodologies adoptades:

- Heurístics: Tècniques de resolució d'un sistema per a realitzar de forma immediata i trobar solucions òptimes i positives per als seus fins. Amb aquests procediments s'arriba a solucions sub-òptimes amb un cost computacional acotat.
- Metaheurístics: Procediment d'optimització, menys eficient que els heurístics, on per mitjà de tècniques d'exploració dels dominis de solució basades en criteris probabilístics es determina una solució suficientment propera a l'òptima. Generalment s'aplica a problemes que no tenen un algorisme o heurístic específic que doni una solució satisfactòria, o bé quan no es possible implementar un mètode òptim. La comprovació dels resultats que s'obtenen s'accepten segon criteris probabilístics.
- Estadístics: Mètode que calibra els paràmetres dels models per màxima versemblança.

3.2.1 Metodologies heurístiques

Melachrinoudis et al. (2005) estudien la minimització del cost del transport i el total d'insatisfacció temporal per part dels clients, a partir d'un problema dinàmic, és a dir, utilitzant finestres temporals toves de recollida i entrega de l'usuari.

Així doncs, les dues funcions a minimitzar són:

1. Els costos del transport: funció lineal entre la suma dels cost de tots els arcs entre els diferents nodes i el temps d'espera de cada vehicle en cada node
2. El malestar del passatger degut al temps: funció lineal que depèn del temps en que l'usuari és entregat en abans del temps fixat, recollit i entregat en retard i el temps que passa dins el vehicle

En aquest cas, les finestres de temps de recollida són donades a l'usuari per l'operador i és el passatger qui marca les finestres temporals d'entrega.

Cordeau i Laporte (2003) a partir de la informació que serà facilitada per l'usuari (origen/destí, finestres temporals per l'hora de recollida o l'hora d'entrega) es dissenyarà un sistema de rutes capaç de donar servei a totes les demandes minimitzant els costos i imposant restriccions (capacitat dels vehicles, duració de la ruta i duració de la ruta més llarga)

Sexton i Bodin (1985) proposen una heurística per millorar el problema proposat per Psaraftis (1980). La solució es basa en la suma de dos termes per tal de millorar el malestar dels usuaris.

El primer terme és la diferència entre el temps de viatge real i el temps de viatge directe. El segon terme consisteix en la diferència entre l'hora desitjada d'entrega i l'hora real d'entrega. Es fa la suposició de que mai s'entregarà en retard.

Canalda et al. (2004), a partir de “arbres couvrants tentaculaires”(arbres de cobriment tentaculars) solucionen un problema de transport a la demanda convergent. Això vol dir que els usuaris des de diferents orígens volen anar a un mateix destí i viceversa. L'optimització recau en el nombre de vehicles i el total de quilòmetres recorreguts per abastir totes les demandes. A partir de les matrius de temps i distància entre els diferents nodes, es construeix un graf convergent orientat, acíclic i transitiu (DAG de l'anglès Directed Acyclic graph). El cost del trajecte serà la suma del cost del

vehicle i el cost de tots els quilòmetres recorreguts.

Es defineixen diverses variables:

$$T_t = L / V_M \quad [1]$$

$$M_T = M_{Tt} + M_f + M_u - M_r \quad [2]$$

on

- T_t : temps teòric per segment
- L : longitud entre 2 nodes
- V_M : velocitat màxima
- M_T : temps teòric total recorregut
- M_{Tt} : sumatori dels temps teòrics dels segment
- M_f : temps degut a variables físiques (estat de la carretera, pendent, etc.)
- M_u : temps degut a variables de l'usuari (intensitat de vehicles entre els dos nodes)
- M_r : correcció que reflexa la realitat

Amb això es construirà una matriu de temps entre els diferents nodes. Sigui el punt de convergència C i l'hora d'arribada en aquest H des de un punt qualsevol p , és defineix l'hora de recollida d'un usuari en el node p com:

$$H_{dp} = H - (M_T \cdot C_d) - O \quad [3]$$

on

- C_d : coeficient de dilatació que descriu la capacitat de fer els trajectes al llarg de l'itinerari (per assegurar la càrrega o mesurar la seguretat)
- O : valor que descriu quants minuts abans han de ser al punt de convergència C

A partir de la matriu de temps entre nodes més un vector de temps entre cada node i el node de convergència i a través d'un programa s'arriba a la minimització del recorregut i el nombre de vehicles que s'utilitzaran.

Hunsaker i Savelsbergh (2002) estudien l'eficiència del problema de dial & ride.

Els aspectes que aborden són els de capacitat del vehicle, les finestres temporals, temps d'espera del vehicle en una parada i el temps de recorregut.

La capacitat del vehicle ha de complir per qualsevol instant de temps la inequació 4:

$$\sum_{i \in \text{vehicle}} d_i \leq Q \quad [4]$$

on

- i : nodes.
- d_i : càrrega en el node i

- Q : capacitat total del vehicle

Les finestres temporals s'han de complir en tot moment. El temps d'espera del vehicle (w) serà marcat a priori i no pot ser superat en cada parada. El temps de recorregut del passatger recollit al node i^+ serà com a màxim αt_i

on

- i^+ : node d'origen
- i^- : node destí.
- t : temps entre aquests nodes amb un recorregut directe
- α : coeficient més gran que 1

3.2.2 Metodologies metaheurístiques

Psaraftis (1980) aproxima un algorisme per resoldre el transport a la demanda dinàmic sense finestres de temps i per un sol vehicle de transport utilitzant una funció lineal. El malestar de l'usuari és controlat a través de “maximum position shift”, restricció que limita la diferència entre la posició de l'usuari en la llista de demanda i la posició en la ruta del vehicle. Aquest problema és resoluble sols per a 9 o 10 clients, és a dir, per 18 o 20 parades, ja que el temps que tarda en resoldre l'algorisme és de l'ordre de $N^2 \times 3^N$.

Garaix et al. (2006) estudia l'optimització dels sistemes de transport a la demanda a partir de la maximització de la qualitat del servei amb el mínim cost possible. Es proposa un algorisme basat amb la inclusió/supressió de demandes per l'elaboració de les rutes. Una modelització del problema del camí mínim (shortest path) a partir de la programació dinàmica d'algorismes, permet trobar quines seran les demandes que s'inclouran en cada ruta i quines correspondran a una altra. L'algorisme proposat és un algorisme heurístic anomenat “glouton” (algorisme que segueix el principi de “etapa per etapa”, amb el fi d'obtenir un resultat òptim global. Un exemple d'algorisme *glouton* és el problema del viatger, pren sempre el camí més curt des d'un node).

3.2.3 Metodologies estadístiques

Rosselló, X. et al. (1997), optimitzen el problema de la demanda a partir de la minimització del temps total passat pels usuaris en el vehicle. El problema, que és dinàmic, es resol amb una heurística basada en el concepte de probabilitats. Cada usuari té un node diferent d'origen i destí. En la resolució del problema s'assigna cada usuari a una línia de manera que maximitza la viabilitat de la xarxa d'autobusos.

Per arribar a la maximització es defineix la viabilitat d'un segment (entre dos nodes):

$$Z_s = \frac{1}{1 + \alpha \exp(\beta(v_k - w_k))} \quad [5]$$

sent

- $v_k - w_k$: velocitat real del segment

- α i β : constants a determinar

Aquest concepte de viabilitat, s'aplica a tota una línia, a partir de la multiplicació de la viabilitat de cada segment i a posteriori a totes les línies, es fa una avaluació del logaritme de la viabilitat. Una línia serà totalment factible quan el $\log Z_i = 0$.

Z_i és el producte de totes les viabilitats de cada segment en una línia.

En cada iteració, s'analitza la viabilitat. Es modificarà en cada iteració, la incorporació d'un usuari o no en una línia, l'intercanvi d'usuaris entre línies, etc. Avaluant i comparant la viabilitat, acceptant la millor solució la que el logaritme de la funció s'aproximi més a 0.

Bearse et al, (2004) estima la demanda d'usuaris discapacitats o amb problemes de mobilitat que utilitzaran el servei del paratrànsit per desplaçar-se en el futur en la regió de Virgínia. A partir de les dades de demanda d'utilització del sistema de transport estima la demanda global i a posteriori la demanda individual.

S'arriba a obtenir la futura demanda a partir de formulació matemàtica, probabilística i estadística. L'informe conclou que hi haurà un augment de viatges degut a nous usuaris i no a l'augment de la demanda dels actuals usuaris

3.2.4 Altres estudis

3.2.4.1 El concepte del temps

Murga, M. (2002), estudia els transport i les tecnologies, avaluant els nivells de servei, la capacitat, dels diferents modes de transport, tant motoritzats com no motoritzats.

En l'anàlisi que fa pels nivells de servei (LOS) per la circulació en les xarxes (A fins a F) s'avalua, igualment, el nivell de servei del transport públic en relació amb el vehicle privat en funció del temps de viatge, obtenint la següent taula de temps i nivells de serveis:

Temps de viatge Transport Públic/vehicle privat		
LOS	Diferència temps de viatge (minuts)	Observacions
A	≤ 0	Més ràpid en transport públic
B	1-15	Gairebé la mateixa rapidesa en ambdós mitjans
C	16-30	Acceptable per usuaris per elecció
D	31-45	Anada i tornada al menys una hora més llarga amb transport públic
E	46-60	Molest per tots els usuaris: més acceptable en ciutats petites
F	> 60	Insuportable per gairebé tots els usuaris

Taula 3: Nivells de servei en funció de la diferència de temps de viatge. Font: Murga, M. (2002)

3.2.4.2 Els costos

Un dels majors problemes del transport de viatgers és el tema financer. En la majoria de casos, el cost és més elevat que els ingressos que s'obtenen del servei, doncs és l'operador que ha de fer front a la diferència entre el cost i els ingressos.

Igualment, els usuaris del transport privat tenen uns costos. Aquests s'haurien de comparar amb els avantatges i desavantatges d'utilitzar el transport públic.

Un dels costos del transport privat és el cost de la congestió. Álvarez, O. et al. (2004), analitzen els costos (cost del temps addicional i cost operacional del vehicle) que suposarà per un usuari que està utilitzant una via la introducció addicional d'un altre vehicle.

Segueixen un mètode desagregat, ja que la congestió varia segons el moment del dia i el tipus de carretera. Els costos que s'obtidran seran costos marginals associats als diferents tipus de via.

Sobre l'estimació del cost privat o cost generalitzat de la congestió es contemplaran tres components de manera separada: els costos derivats del cost en combustible, els costos de depreciació del vehicle i el cost del temps pels ocupants.

El tercer paràmetre, el cost del temps (CT) dels ocupants dels diferents tipus de vehicle en el model de congestió ve donada per l'expressió:

$$CT = \sum \frac{VT_j}{V_j} \quad [6]$$

on

- V_j : velocitat en km/h de cada ocupant (j)
- VT_j : valor del temps per cada ocupant (j) en €/h
- CT : costos del temps de tots els ocupants del vehicle en euros per vehicle i quilòmetre (€/veh·Km).

L'estimació del valor del temps es mostra en la taula següent:

	O.F.-NERA	UNITE*	Ministerio**
Temps de treball			
Conductor cotxe	26,41	16,34	7,35
Passatger cotxe	20,73		
Ocupant furgoneta	11,07		
Ocupant Veh. Pesat	11,07		
Conductor autobús	10,1		
Passatger autobús	16,8		
Conductor taxi	12,08		
Passatger taxi	35,95		
Temps fora del treball			
Privat/desplaçament treball	6,84	4,09	7,35
Oci		2,73	

* UNITE sols distingeix entre el valor del temps de treball i el de no treball. Tot i això, es considera que en trams congestionats el valor seria un 50% més elevat (Nellthorp et al. (2001); Betancor i Nombela (2003))

** El valor considerat és una actualització del considerat en el 1992 per l'antic MOPTMA i no distingeix la valoració per motiu del viatge

Taula 4: Cost del temps d'una hora de viatge per passatger. Font: Álvarez, O. et al. (2004)

De Rus et al. (2006) comenten que en el transport públic, a part d'haver-hi un cost econòmic, també n'hi ha un de social. Aquest últim pot ser positiu o negatiu. Els accidents, els impactes mediambientals, són negatius, en canvi, una reducció d'accidents per la modificació d'un traçat, la disminució del temps de viatge són conceptes positius.

Aquests conceptes, tant el accidents, com el soroll que pot provocar una infraestructura, etc. no tenen un valor econòmic directe. Tot i així es valoraran de forma econòmica, és a dir, es monetitzaran a través d'un preu. Sempre s'haurà de fer un sumatori de tots els valors tant positius com negatius.

3.3 Variables rellevants del TAD

Fins ara s'ha definit el concepte del TAD i s'ha explicat de forma global les metodologies tractades pels diferents autors. Les variables més destacades que es tindran en compte per analitzar-lo en la comarca del Pallars Jussà ara ja es poden nombrar i parametritzar.

Les variables que es tindran en compte dependran de si repercuteixen a l'usuari, al taxista o a l'operador o promotor que finançarà aquest tipus de transport.

En tota la documentació estudiada no es té en compte el taxista, és a dir, la persona que serà la responsable de portar els viatgers des de l'origen fins al destí desitjat. Tot i així, en la comarca del Pallars Jussà, aquest és important per dur a terme el TAD. Aquest taxista és privat, tanmateix, l'operador el contractarà per fer el transport dels viatgers que demanin el servei.

Seguidament és nombra i s'explica les diferents variables que es tindran en compte per els usuaris, taxistes i operador o promotor.

Les que influiran en l'estudi fent referència a l'usuari transportat seran:

- Temps de viatge de l'usuari, aquest paràmetre permetrà definir el següent
 - viabilitat del servei
 - cost
 - Temps d'espera d'un usuari i temps perdut

Una de les principals incomoditats que s'analitza en els estudis comentats anteriorment fa referència al temps. S'analitzarà la variació de temps. Aquesta és la diferència de temps entre fer un trajecte d'origen a destí directe i passar per altres orígens abans d'anar al destí.

A partir d'aquesta variació de temps es podrà definir si és viable o no el servei i alhora el cost que comporta per l'usuari aquest temps perdut.

El paràmetre o variable que influirà de cara al taxista són:

- Cost d'oportunitat del taxista
- Ingressos i despeses

Com s'ha comentat, l'operador contractarà el servei d'un o diversos taxis per realitzar els trajectes del TAD. Aquests taxis són privats. El taxista accedirà a fer els trajectes del servei si se li paga com un viatge privat. Igualment, aquest haurà de tenir en compte que si accedeix a fer el servei proposat

pel promotor, li pot sortir un altre servei que econòmicament sigui més rentable. Doncs el taxista acceptarà fer el servei del TAD, si se li paga, com a mínim, el mateix que podria guanyar, si al mateix moment, li sortís un viatge més rentable que el Transport a la demanda. Doncs la diferència entre el que guanyaria el taxista fent un servei qualsevol i el servei del TAD és el cost d'oportunitat. Aquest cost és una variable important a analitzar de cara al taxista. Igualment s'haurà d'analitzar els ingressos i les despeses d'aquest.

Els paràmetre que influiran de cara a l'operador seran:

- Preu del bitllet
 - Anàlisi de l'oferta i la demanda
- Nombre total de taxis necessaris
- Subvencions i ajudes

L'operador ha d'avaluar els costos que comporta ficar en funcionament el servei i els ingressos que en traurà. Les despeses directes seran els costos dels taxistes que realitzin els trajectes del TAD. Els ingressos serà la recaptació dels bitllets.

A partir d'un anàlisi de l'oferta i la demanda s'obtindrà el preu del bitllet que els usuaris estarien disposats a pagar per utilitzar el servei.

Un cop obtingut els ingressos i les despeses s'avaluarà si el sistema es deficitari o no. En el cas que aquest ho sigui es recorrerà a subvencions i ajudes de les diferents administracions per poder portar a terme el Transport a la demanda.

Un cop comentades les variables que es tindran en compte pels usuaris, taxistes i operador, es passarà, seguidament, a analitzar-les en deteniment.

4 METODOLOGIA DE DISSENY: AVALUACIÓ DEL TAD

En aquest capítol s'avaluarà amb més deteniment, les variables que s'han mencionat anteriorment. A partir d'aquest anàlisi, s'obtindran les eines necessàries per poder fer una simulació del transport a la demanda, d'una zona de la comarca del Pallars Jussà. Un cop feta, se n'extraurà els resultats que serviran per fer una comparativa tant de caire econòmic com social.

Aquesta comparativa es farà entre les rutes que en aquests moments estan en funcionament i les rutes que s'establiran a partir d'uns paràmetres, segons si la variable que s'analitza repercuteix a l'usuari, al taxista, ambdós o al promotor, és a dir, al Consell Comarcal del Pallars Jussà.

A partir d'aquest capítol s'anomena TAD actual al transport a la demanda que actualment està implantat a la comarca. Aquest model es basa en recórrer les diferents rutes que existeixen amb diferents taxis. Això vol dir que, per cada ruta hi ha un taxi que fa el trajecte, sense que aquest, vagi a una ruta propera. En resum, un taxi significa una ruta.

L'altre model que es menciona és el TAD modificat. A diferència del TAD actual, en aquest, una ruta no implica que hi ha d'haver un taxi per fer el trajecte. Donat que en la comarca hi ha diferents rutes, és dividirà en zones agrupant les rutes. Llavors, el nombre de taxis necessaris per cada zona serà funció del nombre d'usuaris que sol·licitin el servei del Transport a la demanda.

Perquè el concepte de TAD actual i TAD modificat no comporti confusió, s'explica un exemple següent. Se suposa una zona del Pallars Jussà que actualment està coberta per 4 rutes del TAD actual. Se suposa que la demanda d'un dia per cada ruta és la següent:

(Usuaris)	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Ruta 4	TOTAL
Demanda	2	3	4	2	11

Taula 5: Exemple del TAD actual vs. TAD modificat

Pel TAD actual serien necessaris 4 taxis, ja que com s'ha comentat, una ruta correspon a un taxi. En canvi, pel TAD modificat, suposant que un taxi té 7 places, serien necessaris 2 taxis. Un dels taxis podria cobrir, per exemple, la ruta 1 i la 2, i l'altre la ruta 3 i la 4. Llavors, pel TAD actual, els quatre taxis necessaris anirien gairebé buits, en canvi pel TAD modificat, serien necessaris dos taxis menys i anirien gairebé plens.

Aquesta reducció del nombre de taxis tindrà conseqüències tant socials com econòmiques pels usuaris i operador respectivament. En aquest capítol s'avaluaran les variables pels usuaris, taxistes i operador i en els següents s'obtindran els resultats per poder fer la comparativa entre el TAD actual i el modificat.

Per portar a terme el comentat anteriorment, es seguiran 2 fases, i, en cadascuna d'aquestes, 3 subfases. La primera de les dues fases s'avaluarà en aquest capítol i és la que correspon a la metodologia de disseny del servei. La segona que es troba en el capítol següent és la metodologia d'anàlisi i avaluació. Per les dues s'avaluaran les persones o entitats implicades en el transport a la demanda: l'usuari, el taxista i el promotor. Igualment, per obtenir uns resultats i conseqüentment unes conclusions, es valorarà en tots els casos el TAD actual i el modificat.

Per obtenir uns resultats en el capítol de l'anàlisi i avaluació, es seguirà l'esquema de la següent figura:

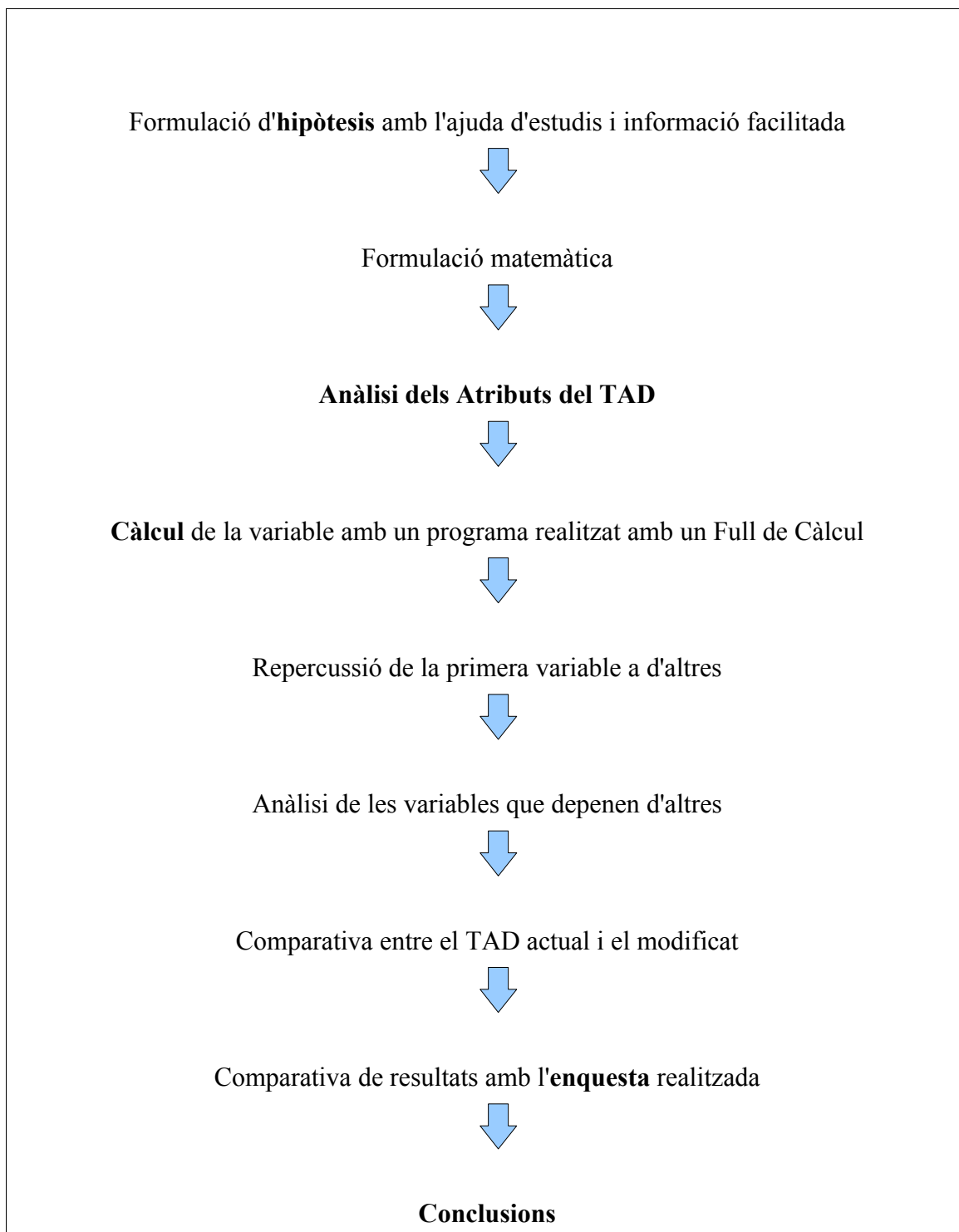


Fig 5: Metodologia a seguir per analitzar les diferents variables

4.1 Variables rellevants que afecten l'usuari

Tal i com s'ha explicat, l'usuari és la persona que més influirà a instaurar el servei que s'intentarà establir en un territori. Doncs, si aquest no es veu atret pel transport ofert, la proposta morirà per no haver-hi una bona acceptació.

De manera amplia, es tractaran, en aquest apartat, les variables que influiran a l'usuari a l'hora de decidir a sol·licitar o no el servei que ofereix el Consell Comarcal del Pallars Jussà.

Preu del bitllet

El preu que pagarà l'usuari pel servei ofert serà el mateix que el que rebrà d'ingressos el promotor d'aquest. Per aquest motiu, s'analitzarà el cost del bitllet en l'apartat de les variables i paràmetres que tindran a veure amb l'operador.

Temps de viatge de l'usuari

En l'apartat de l'estat de l'art s'explica diferents maneres de tractar la recollida/entrega i els diferents paràmetres que influiran en el servei. Cada autor prioritza un paràmetre envers un altre, però la majoria fan referència al temps de viatge.

- Melachrinoudis et al. (2005), minimitza el total d'insatisfacció temporal per part dels clients.
- Cordeau i Laporte (2003), dissenyen les rutes minimitzant els costos a través de la restricció del temps total de transport de tots els usuaris.
- Sexton i Bodin (1985), proposen una heurística per millorar el malestar dels usuaris, a partir de la diferència entre el temps de viatge amb transport públic menys el temps de viatge directe entre dos punts.
- Rosselló et al. (1997), optimitza el problema de la demanda, minimitzant el temps total passat pels usuaris en el vehicle.
- Murga M. (2002), analitza el malestar dels usuaris utilitzant nivells de servei a partir de la diferència de temps de viatge en minuts.

Tal i com es reflecteix en els estudis esmentats anteriorment, aquest es decisiu de cara a la bona calibració i bon funcionament d'aquest tipus de servei.

En aquesta tesina, es tindrà en compte el temps que passa el viatger dins del taxi, i s'analitzarà el cost de repercussió de la diferència de temps si es fes el trajecte amb vehicle privat i amb transport públic. Igualment, la diferència de temps de viatge es tindrà en compte per analitzar la viabilitat.

Cost de la diferència de temps de viatge

Un usuari d'un servei, en aquest cas del transport públic, abans de prendre la decisió de sol·licitar o prendre un taxi o un bus, analitzarà diferents aspectes per veure si li sortirà rentable, no tant ja econòmicament sinó en altres aspectes com pot ser el temporal.

En una gran ciutat com pot ser Barcelona on existeixen zones destinades al transport públic és molt possible que el temps que tardaria una persona en fer un trajecte comparant el bus i el vehicle privat seria superior en l'últim cas.

Al Pallars Jussà, el temps que trigaria un taxi i el vehicle privat en recórrer el mateix trajecte seria pràcticament igual.

El terme que influirà més en aquest cas, serà el temps que un usuari passarà dins un taxi per anar a diferents pobles. Aquest temps s'haurà d'avaluar i transformar-lo en costos.

Tal i com es comenta en l'estat de l'art, en el document d' Álvarez, O. et al. (2004), s'avalua el cost de la congestió. L'equació donada per l'estudi és:

$$CT = \sum \frac{VT_j}{V_j} \quad [7]$$

CT serà en euros per quilòmetre.

Modificant l'equació 7, es vol obtenir el cost que suposaria una variació de temps de viatge si en comptes d'anar amb vehicle privat s'utilitzés el Transport a la demanda.

Igualment, la unitat d'avaluació dels costos ha de ser en euros. Això és el preu econòmic que hauria d'assumir l'usuari per la diferència de temps, degut a si es decidís a utilitzar el TAD en ves del vehicle privat. Aquests costos sempre seran funció del trajecte que realitzarà el TAD.

El sumatori de l'equació, és l'addició dels costos de tots els usuaris que pugen i realitzen un trajecte amb un taxi.

Aquest sumatori també es podria utilitzar per avaluar la diferència de costos de la diferència de temps de trajecte si es redueixen taxis i com a conseqüència routes.

Llavors, a partir de la inequació anterior, on el terme velocitat es inversament proporcional, s'utilitzarà el terme variació de temps de trajecte de forma proporcional (ΔT_j) per cada usuari. El valor VT serà el mateix, és a dir, el valor del temps de cada ocupant en euros per hora.

Per tant l'equació resultant serà la següent:

$$C_{(\Delta T)} = \sum (VT_j \cdot \Delta T_j) \quad [8]$$

Les unitats d'aquesta nova expressió serà la d'euros.

Els valors del temps (VT) són de l'any 2000, doncs s'han d'adaptar a l'any actual, el 2007.

Per fer aquesta adaptació es considera un increment de l'IPC, des de l'any 2000 fins a principis de l'any 2007, segons l'INE, d'un 25,6 % en la província de Lleida.

Viabilitat

Rosselló et al. (1997), com s'ha comentat en l'apartat de l'Estat de l'art, optimitza el problema de la demanda, on es minimitza el temps total passat pels usuaris en el vehicle. Aquesta minimització es

fa a partir del terme Viabilitat d'un segment.

Aquest terme, equació [5], a partir de la velocitat permet obtenir uns resultats de la factibilitat que tindrà un recorregut envers un altre. Les velocitats que es tenen en compte són V_k i W_k , la primera (equació 9) és la usable del segment (quocient entre la distància de dos punts consecutius i la diferència de temps entre el temps definit pels usuaris d'arribada a la parada k i el temps d'arribada a la parada $k-1$) i la segona la de referència del segment (velocitat permesa en la carretera per l'administració), respectivament.

$$V_k = \frac{r_k}{y_k - y_{k-1}} \quad [9]$$

En funció d'aquestes dues velocitats s'obtindrà la viabilitat del segment. Per tant, si la finestra temporal no és molt rígida, $y_k - y_{k-1}$ serà molt gran, es tindrà disponibilitat de temps per connectar els dos punts i per tant, la velocitat usable és molt baixa. Això significa que fins i tot, fer desplaçaments a baixa velocitat encara es compliran les restriccions temporals dels usuaris. Per tant, la viabilitat serà alta, és a dir, $Z_k \approx 1$. En canvi, si la velocitat usable és alta significa que la finestra temporal és molt estricta i els vehicles hauran de moure's ràpid.

Un segment serà inviable quan $Z_k = 0$.

La calibració de l'equació 5 es realitza a partir de dues constants α i β que permeten donar valors realistes del paràmetre. Aquestes s'obtenen de forma experimental i probabilística.

En aquesta tesina s'avalua el terme viabilitat utilitzant la variable variació de temps de viatge del passatger. El concepte que s'utilitzarà no és ben bé el mateix que el que utilitza Rosselló, X. et al. (1997). Aquest utilitza el concepte de velocitat de referència i velocitat usable, doncs són importants les finestres temporals marcades per l'usuari.

En aquesta tesina el factor finestres temporals marcades per l'usuari no serà tant important com el factor temps de més que passa el viatger dins el vehicle. Això s'explica perquè les distàncies són llargues, en la major part dels casos més de 10 km i fins a 50 km. Això porta a temps de recorreguts que poden anar des dels 10 minuts fins a 1 hora. Un passatger que utilitza el TAD, com s'ha vist, normalment, són persones de la tercera edat, doncs preferirà no haver de passar gaire més temps en el vehicle, a marcar unes finestres temporals d'arribada.

Així, doncs, per analitzar la viabilitat es substituirà el terme de la velocitat de l'equació 5 pel terme variació de temps de viatge (ΔT).

La variació de temps de viatge és la diferència entre el temps de recorregut passant per diferents orígens i arribant al destí i el temps d'anar des de l'origen al destí de forma directa.

Per altra banda, s'han de calibrar les constants de l'equació de viabilitat. En Rosselló, X. et al. (1997) no es va tenir en compte el concepte Nivell de servei. Com explica Murga, M. (2002), existeixen uns nivells de servei en funció de la variació del temps de viatge. Aquests nivells s'han utilitzat en aquesta tesina per calibrar i obtenir uns valors de les constants α i β i així obtenir uns resultats de la viabilitat en funció dels nivells de servei i de la variació del temps de trajecte.

Seguidament s'especifica tot el procés i els resultats de la calibració.

Nova calibració de α i β

A partir de l'equació [5] i els nivells de servei de Murga, M. (2002), es calibraran les constants α i β per avaluar la viabilitat que s'usarà en la present tesina.

Roselló et al (1997), utilitza el paràmetre de la velocitat per dir si un segment és viable o no. Aquesta velocitat depèn del trànsit, del temps que es tarda d'anar a un lloc a un altre, de si es passa per un o altre carrer, és a dir, la viabilitat és donada per la ciutat de Barcelona o per altres ciutats on hi ha diferents camins per arribar a un mateix lloc, on els efectes del tràfic varien segons el dia de la setmana, la meteorologia, si es hora punta o hora vall.

El Pallars Jussà, no té problemes amb el trànsit, doncs el temps que es tarda anant d'un lloc a un altre serà aproximadament el mateix. Per aquest motiu, s'ha de calibrar de nou les constants i alhora fer una petita modificació de la funció viabilitat.

A partir de les dades que aporta el Murga, M. (2002) on avalua els nivells de servei a través de la diferència de temps entre un trajecte directe entre el node origen i destí i el temps entre un trajecte no directe, es podria considerar que un nivell acceptable estaria entre el nivell C i el nivell D on la diferència de temps de viatge seria d'entre 16 i 30 minuts i 31 i 45 minuts respectivament.

A efectes, en aquesta tesina es considerarà, per calibrar α i β , un nivell de servei fins a D, on el temps que resultarà una viabilitat nul·la serà el de 45 minuts de diferència de viatge. Igualment serà totalment viable, és a dir, viabilitat igual a 1, quan la diferència de temps de viatge sigui nul·la

S'ha obtingut α i β fent interpolacions de valors fins que el resultat de la viabilitat ha sigut 1 per la diferència de 0 minuts i aproximadament nul per la diferència de 45 minuts.

Els valors obtinguts per α i β són:

α	β
0,01	0,2

Taula 6: Calibració de les constants de la funció viabilitat

A partir d'aquests valors s'ha calculat la viabilitat, donant:

Diferència de temps	Viabilitat
0	1
2	0,99
5	0,99
10	0,96
15	0,91
20	0,79
25	0,57
30	0,33
35	0,15
40	0,06
45	0,02
50	0,01
55	0
60	0

Taula 7: Nova viabilitat a partir de les constants

El gràfic resultant es representa en la següent figura:

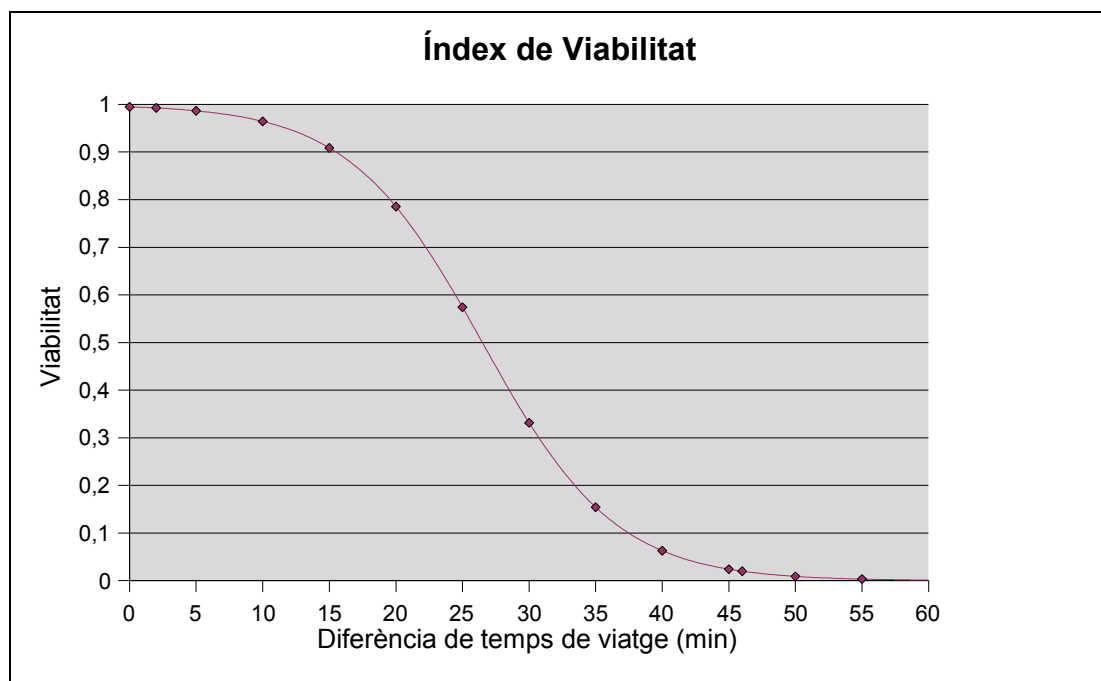


Fig 6: Índex de la viabilitat en funció de les constants calibrades

Com es pot observar en el gràfic i tenint en compte els nivells de servei dels quals parla Murga M. (2002), es pot destacar:

1. El primer tram del gràfic de la figura, la Viabilitat disminueix molt poc, corresponent amb una diferència de temps de 0 a 15 minuts, representant un nivell de servei B, tal i com indica Murga.
2. El segon tram destacat és el que està comprès entre els 15 i 30-35 minuts, on la viabilitat disminueix a mesura que passa el temps, i que Murga li dóna un nivell de servei C, el qual aquesta diferència de temps es acceptada per l'usuari
3. El tercer tram i últim correspon a nivells de servei D i E, en el cas de l'últim, aquesta diferència de temps és molesta per tots els usuaris, corresponent entre 46 i 60 minuts, el el gràfic de viabilitat, aquesta és gairebé nul·la

Per tot això es pot dir que la calibració de α i β és bona, ja que a partir de l'equació que dóna Roselló, X. et al. (1997) es busca la viabilitat, obtenint un gràfic semblant al seu. Igualment, si es compara el gràfic amb els nivells de servei es pot veure que existeix una certa correspondència.

La nova equació de la Viabilitat, amb les noves constants serà:

$$z_k = \frac{1}{(1 + 0,01 e^{0,2 \Delta T})} \quad [10]$$

on

– ΔT : variació del temps de viatge

La viabilitat d'una línia serà el producte de les viabilitats de tots els segments:

$$Z = \prod z_k \quad [11]$$

Com més s'aproximi Z a 1, millor serà la línia, tot el contrari serà quant més s'aproximi a zero.

4.2 Variables rellevants que afecten el Taxista

La missió del taxista és transportar persones d'un lloc a un altre a petició de l'usuari.

El taxista, tal i com s'entén a les grans ciutats, és aquella persona que es dedica plenament al transport de persones, i que tot i regir-se per una normativa establerta per l'autoritat reguladora, és de caire privat. Aquest obtindrà el seu salari a través del taxi.

El taxista en regions de poca població, com pot ser el Pallars Jussà, normalment, no és una persona dedicada plenament al transport de persones, és a dir, no guanya tot el seu salari a través del transport, sinó que moltes vegades combina aquest ofici amb altres com pot ser el de pagès, carter, missatger o altres oficis.

La gran part de taxistes que existeixen en aquest territori fan rutes ja marcades, com és el transport escolar dels petits pobles a Tremp, La Pobla de Segur Isona i La Plana de Montrós. Per tant, si s'ha de fer trajectes nous, aquests nous s'hauran d'adaptar als recorreguts ja existents, no tant pel trajecte, si no pels horaris. Doncs el transport a la demanda que s'abasteixi amb taxistes i vehicles que s'utilitzin per fer el transport escolar, és a dir, gairebé tots els que realitzen en aquest moment el transport a la demanda, hauran de tenir un horari anterior i posterior a les 8 i les 9, respectivament del matí, i anterior i posterior de les 17 hores de la tarda, és a dir, l'horari escolar.

Per altra banda, una de les aportacions econòmiques importants que té la zona és el turisme. Aquest és abundant durant els mesos de més calor. A l'hivern, en no haver-hi cap tipus d'atracció turística, la població no és veu augmentada per la gent forània que visita la comarca.

Els últims anys han proliferat, com atracció turística, els viatges amb 4x4 per zones com pot ser el Boumort, el Montsec, la Terreta, Montcortés. Aquests viatges programats i que es demanen amb antelació, són recorreguts que normalment fan taxistes que durant el curs escolar és dediquen a fer el transport dels menuts de la comarca.

Les rutes turístiques tenen un cost de 150 euros el mig dia i 300 euros tot el dia (informació facilitada pels taxistes). Aquest preu és gairebé estàndard per tots els taxis, ja que els usuaris estan disposats a pagar aquest import per qualsevol recorregut. Un import més alt, es veuria reflectit a la baixa demanda d'aquests circuits tancats.

La demanda del TAD augmenta a partir dels mesos que comença a fer més calor, març i abril i comença a disminuir a partir del més de novembre.

Igualment, aquesta demanda es veu reforçada els mesos d'estiu. Els pobles s'emplenen d'habitants, normalment gent de la tercera edat, que no disposen de cotxe, i que tornen a les cases on van néixer a passar aquests mesos.

Aquestes persones es passen part de l'any a Tremp i La Pobla de Segur on els seus descendents habiten habitualment. Altres, pugen de Barcelona i Lleida, ciutats on es van establir després de la “fugida” dels habitants de les parts més altes dels Pirineus i Pre-Pirineus fins a les ciutats per buscar treball entre començament i mitjans del segle XX.

Per tot això, els taxistes veuen durant mig any incrementar la seva demanda.

Les rutes establertes actualment tenen uns taxistes fixos. Els taxistes que realitzen el recorregut del transport a la demanda han d'esperar el dia anterior del previst per realitzar el trajecte per veure si el Consell Comarcal ha rebut una sol·licitud de demanda de transport.

El taxista haurà de refusar alguna demanda de ruta amb 4x4, ja que no sabrà si el mateix dia que li havien demanat de fer la ruta haurà de fer el servei de transport a la demanda.

El taxista tindrà un cost addicional, aquest s'anomena cost d'oportunitat.

Cost d'oportunitat

El cost d'oportunitat designa el cost de la inversió dels recursos disponibles, a una oportunitat econòmica, a costa de les inversions alternatives disponibles, o el valor de la millor opció no realitzada.

Per tant el cost d'oportunitat (CO) del taxista serà el guany de realitzar una ruta amb 4x4 menys el guany de realitzar una ruta del transport a la demanda.

$$CO = I_{TT} - I_{Tx} \cdot L_{TAD} \quad [12]$$

on

- I_{TT} : import d'un viatge amb 4x4
- I_{Tx} : Cost del quilòmetre (preu establert per la Generalitat de Catalunya)
- L_{TAD} : Quilòmetres recorreguts per el TAD

4.3 Variables rellevants que afecten el Promotor

El promotor és la persona o entitat que porta a terme formalment les activitats necessàries per a l'entrada en funcionament i constitució jurídica d'una entitat social.

El promotor del Transport a la Demanada al Pallars Jussà és el Consell Comarcal del Pallars Jussà, Aquest organisme pot portar a terme el servei gràcies a les ajudes que hi destina la Generalitat i la Unió Europea.

Com s'esmenta en l'apartat de les variables rellevants que afectaran al Promotor a l'hora de instaurar i posar en funcionament el servei i a la vegada de continuar-lo, els paràmetres influents són el nombre de taxis que es necessitarà i la recaptació que es farà dels tiquets que pagaran els usuaris. En resum, el cost que tindrà el servei i els guanys d'aquest.

Cost del servei

El cost d'un servei serà la suma de diferents aspectes, des de el temps en cost que haurà de passar una persona en fer una bona planificació, els costos materials com poden ser llum, telèfon, ordinadors fins als costos dels taxistes perquè realitzin el transport, entre altres.

Donat que és un servei que ja està instaurat a la comarca i que les persones que treballen com a promotor, és a dir el Consell Comarcal, són funcionaris que són pagats per la Generalitat de Catalunya, que els costos materials que hi haurà també seran costos que assumirà l'anterior organisme, es pot dir que el cost indirecte no influirà en el cost del servei.

Per aquest motiu, el cost que es tindrà en compte en aquesta tesina és el cost que s'haurà de pagar al taxista.

Degut a que és un servei en el qual el taxista no pot perdre diners ja que sinó aquest és pot negar a realitzar-lo, el Consell Comarcal ha instaurat unes tarifes fixes per cada ruta.

Aquests costos venen donats per el producte entre els quilòmetres totals de recorregut de ruta, tant si es va a tots els pobles com si només va a recollir una persona a un sol poble per el preu màxim autoritzat pel Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya i acceptat per l'Associació Provincial d'Auto-Taxi de Lleida (Annex 4)

$$C_i = L_i \cdot I_{Tx} \quad [13]$$

on

- C_i : Cost de la ruta i

- L_i : Quilòmetres totals de la ruta i

La suma de tots els costos de les diferents rutes serà el preu que haurà d'assumir el promotor per fer front al pagament dels diferents taxistes.

Per analitzar una possible variació de les rutes s'utilitzarà la formula anterior però a més de multiplicar tots els quilòmetres de la ruta complerta, serà el producte dels quilòmetres que realitzarà el taxista.

Preu del bitllet

Tal i com s'ha comentat anteriorment, en l'anàlisi de l'usuari, el preu del bitllet serà decisiu. Ja que si aquest és molt elevat la demanda serà nul·la.

Per analitzar quin pot ser el millor preu, es realitza una enquesta a la població per esbrinar quin cost estarien disposats a assumir per utilitzar el servei. Un cop analitzada l'enquesta es desenvolupa un gràfic de la demanda del TAD en funció del preu del viatge.

Un cop és obtinguda la demanda del servei es valora si un augment del preu faria que els usuaris deixessin d'utilitzar el servei o per el contrari el continuessin sol·licitant. Per analitzar el valor de l'import total que suposaria un augment i per conseqüència una disminució de la demanda es procedirà a aplicar la següent equació:

$$I_T = P \cdot D \quad [14]$$

on

- I_T : import total
- P : preu d'un bitllet
- D : demanda del servei en funció del preu del bitllet (en %)

S'escollirà el preu del bitllet que doni un resultat major després d'aplicar l'equació 14 .

4.4 Freqüència del servei

Una vegada analitzades totes les variables que afecten a l'operador i a l'usuari, es pot marcar una freqüència d'ús del TAD. Per analitzar aquest factor i els costos que comportaria, primerament s'ha d'avaluar diferents paràmetres.

El que es pretén és que la potencialitat del sistema no sigui la reducció de la variació del temps de viatge sinó que existeixi una reducció del temps entre que la persona té la necessitat de desplaçar-se i el temps en que arriba al destí i intentar no augmentar costos per fer-ho.

Temps perdut

Per analitzar el temps de transport, és tenen en compte tots els temps que influiran des de que un possible passatger pren la decisió d'agafar un transport públic per portar-lo a un destí fins que hi arriba. Aquests temps tenen uns pesos, és a dir, no està igual valorat el temps de viatge com el

temps d'espera o com pot ser els transbordaments. Normalment el temps que es busca és el temps total des de que es pren la decisió de voler anar a un destí fins que s'hi arriba.

En aquesta tesina s'ha tingut en compte no el temps total de viatge, sinó la variació del temps de viatge. El temps total és la suma del temps de l'origen al destí més el temps per anar a altres orígens. Com s'ha comentat, el primer d'aquests temps és sempre igual, ja que de l'origen al destí normalment sempre es tarda el mateix, en canvi, en el segon temps, és a dir, la variació del temps de trajecte dependrà dels usuaris que sol·licitin el servei. Per aquest motiu, no es valorarà el temps total de viatge sinó la variació del temps de viatge.

Un altre paràmetre que es té en compte, és el temps que tardarà a poder utilitzar el transport públic des de que es pren la decisió d'anar a un destí utilitzant aquest. En aquest paràmetre es veu influït per la freqüència de pas del transport públic, doncs com més freqüència, menys temps d'espera. Aquest temps d'espera, per probabilitat, es considerarà que és la meitat del temps entre l'últim TAD passat i el següent.

Per analitzar els conceptes de temps d'espera i variació de temps de viatge s'ha utilitzat un nou concepte, el temps perdut. Aquest parteix de la mateixa base de càlcul del temps total, és a dir, des de que es té la necessitat de desplaçar-se fins que arriba al destí, però utilitzant sols, els temps que l'usuari s'haurà d'"esperar" per arribar al destí desitjat, en aquest cas, els temps esmentats anteriorment.

Per analitzar el temps perdut es farà a partir de l'equació següent:

$$T_p = \omega_e \cdot t_e + \omega_v \cdot V_t \quad [15]$$

on:

- T_p : temps perdut des de que l'usuari necessita el servei fins que es entregat al destí
- ω_e : pes del temps d'espera mig que és igual al valor de 2,2
- t_e : temps d'espera mig
- ω_v : pes de la variació del temps de viatge que és de 1,0
- V_t : variació del temps de viatge

Per analitzar aquest temps perdut es farà a partir de la simulació de diferents freqüències de pas del TAD.

És ben sabut que com més freqüència de pas, a la llarga augmentarà la demanda, doncs es disminuirà el malestar dels usuaris, però a la vegada s'augmentaran els costos operacionals. Per això una altra variable a tenir en compte són els costos operacionals.

Costos operacionals

Una vegada realitzat l'anàlisi del temps perdut per diferents freqüències, tant pel TAD actual com pel modificat, és procedirà a fer una valoració dels costos operacionals que suposa un augment de freqüència de pas del TAD. S'analitzarà els costos en funció del temps perdut i els costos en funció de la freqüència de pas. Es procedirà a realitzar el mateix, però pels costos que el temps perdut significarà per l'usuari.

5 CARACTERITZACIÓ DE LA ZONA DE SIMULACIÓ

Les rutes de transport a la demanda al Pallars Jussà, engloben pràcticament tota la comarca, doncs, la major part dels pobles del territori disposen d'un transport públic.

5.1 Rutes del TAD actual i localització

Les rutes que es troben en la següent figura i que es sintetitzen tot seguit en la taula, són les rutes de Transport a la demanda actuals. Aquestes tenen un calendari i horari fixes i una destinació també fixa, en el qual els punts d'inici del servei i els seus itineraris es circumscriuen en un àmbit territorial definit, tal i com es mostra. (Consell Comarcal del Pallars Jussà, 2007).

Núm.	Recorregut
1	Capdella – Aiguabella – Mont-rós – Pobellà – Paüls – Astell – Aguiró – Oveix – La Pobla de Segur - Tremp
2	Vilella – Erdo – Buira – Les Esglésies – Xerallo – Sarroca de Bellera – La Pobla de Segur - Tremp
3	Antist – Castell-Estaó – Beranui – La Pobla de Segur
4	Llussà – Puigcerver – Serradell – Erinyà – Toralla – La Pobla de Segur - Tremp
5	Aransís – St. Salvador de Toló – Obachs de Llimiana – Suterranya – Tremp
6	Orcau – Basturs – St. Romà d'Abella – Isona - Tremp
7	Boixols – Abella de la Conca – Isona - Tremp
8	St. Serni – Gavet de la Conca – Fontsagrada - Tremp
9	Espluga de Serra – La Torre de Tamúrcia – Masos de Tamúrcia - Tremp
10	Matasolana – St. Miquel de la Vall – St. Cristòfol de la Vall – St. Martí de Barcedana – Llimiana – Masos de Llimiana - Tremp
11	La Clua – Castellnou del Montsec – Alsamora – St. esteve de la Sarga – Estorm – Moror – Guàrdia - Tremp
12	Rivert – La Pobla de Segur - Tremp
13	Sta. Engràcia - Tremp
14	Talarn – Tremp
15	Fígols - Tremp
16	Pessonada – St. Martí de Canals – Aramunt – El Pont de Claverol – La Pobla de Segur
17	Hortoneda – Claverol – Sossís – La Pobla de Segur - Tremp

Taula8:Rutes i recorregut del Transport a la demanda de la comarca del Pallars Jussà

La figura següent mostrar gràficament la situació de les rutes de manera esquemàtica.

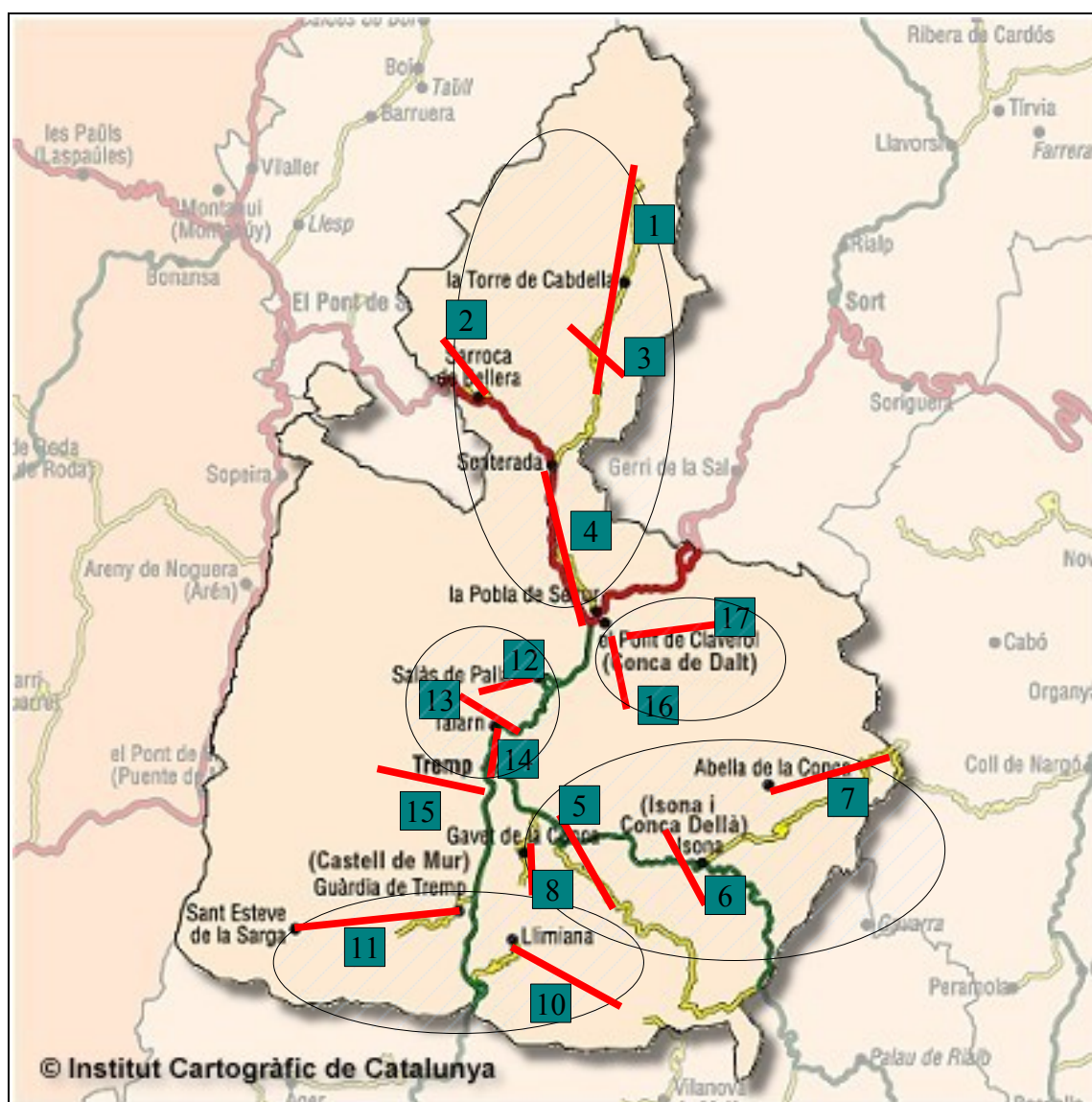


Fig 7: Representació gràfica de les rutes del TAD al Pallars Jussà

5.2 Determinació de la zona de simulació

De totes les rutes existents en la comarca del Pallars Jussà es podrien englobar en sectors, tal i com es demostra en la figura 7. Aquests sectors es poden establir si quelcom s'adona que les rutes van a parar normalment a carreteres principals, com és la C-13, la C-1412, la C-1311 i la N-260.

Aquesta separació en sectors ajudarà a realitzar la tasca de, primerament definir noves formes de formular el TAD i alhora fer la simulació per obtenir uns resultats que es puguin comparar amb el TAD actual.

Donat que la simulació serà igual per tots els sectors, es realitzarà solament a un d'aquests.

El sector escollit per fer aquesta simulació és el que queda més al Nord de la comarca, és a dir, els pobles que engloben les rutes 1,2,3 i 4.

S'ha escollit aquesta zona perquè s'ha pogut obtenir, per part dels taxistes que realitzen les rutes,

tota la informació necessària, informació que no s'ha pogut obtenir per part del Consell Comarcal, com és el nombre de passatgers que normalment utilitza el servei en cada poble.

Donat que en els altres sectors no s'ha pogut parlar amb tots els taxistes que fan aquestes rutes, s'ha optat, finalment per l'anterior.

5.2.1 Caracterització de la zona de simulació

Les rutes del sector on es realitzarà la simulació recorren indistintament diferents municipis: La Torre de Capdella, Sarroca de Bellera, Senterada i Conca de Dalt. La ruta número 4, engloba els dos darrers municipis, la 2, el de Sarroca de Bellera, i la 1 i la 3, el primer municipi esmentat.

Aquesta zona, igual que gairebé totes les altres té una particularitat, es pot definir com un arbre amb diferents branques que surten de les vies principals.

Les carreteres principals que transcorren en aquesta zona són la nacional N-260 i d'aquesta, en surt un ramal que es dirigeix a la Vall Fosca, la local L-503. Doncs es pot dir que l'eix principal és la nacional, en un segon terme la local i per finalitzar l'estatus de les branques, els ramals que es dirigeixen als pobles d'origen dels usuaris.

L'esquema d'arbre s'il·lustra de manera esquemàtica, en la figura següent:

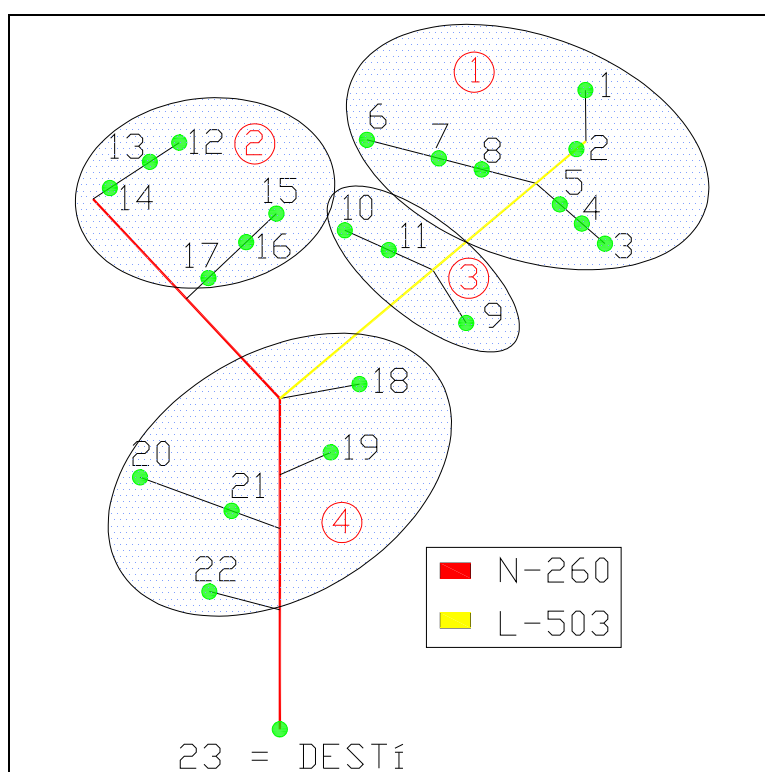


Fig 8: Esquema de la situació dels pobles de la simulació

Per facilitar la simulació s'ha optat per fer un agrupament de pobles, tractant-los com un tot, és a dir, quan es tracti el temps, els passatgers, serà del total del subgrup de pobles. Aquest agrupament, és fàcil si es mira la figura 8, doncs, cadascun d'ells correspon a la carretera que enllaça directament amb el següent poble. Hi ha vegades que el reagrupament constarà, solament, d'un poble ja que en la branca només n'existeix un.

Igualment, per establir un sistema d'arbre, s'han tingut en compte les interseccions que ajudaran a unir els diferents ramals dels pobles. Sense una bona situació de les interseccions, és a dir, nodes d'enllaç entre diferents nodes, faria difícil una bona simulació.

En aquest cas, degut a que per anar d'un poble al destí, La Pobla de Segur, només hi ha una solució, ja que només existeix una carretera que uneix els dos nodes, facilita la localització del node intersecció. Llavors, aquest serà quan una carretera és talli amb una altra.

Seguidament, és presenta en la figura l'agrupament. Igualment, també es mostren les interseccions o nodes d'unió que es tindran en compte alhora de fer la simulació.

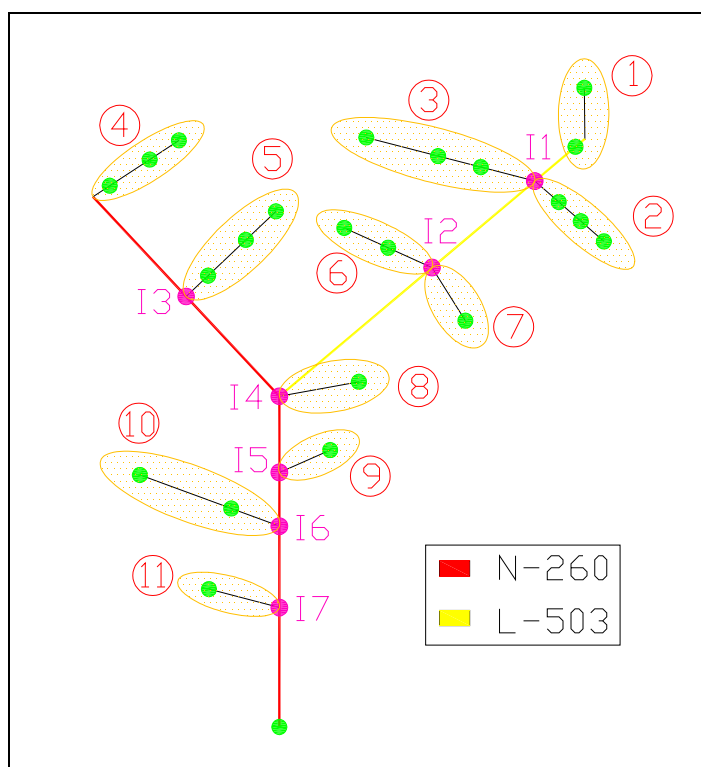


Fig 9: Agrupament de nodes per fer la simulació

En la taula següent es mostra el resum de les figures anteriors. En la taula hi consta el nom dels pobles amb el número donat a cadascun d'ells, igualment, hi ha el de la ruta del transport a la demanda actual (TAD actual), és a dir els números que consten en la figura Fig 7. També consta el número de l'agrupament dels pobles.

	Poble	Agrupament dels pobles	Rutes TAD actual
Capdella	1	1	1
Aiguavella	2		
Pobellà	3		
Montrós	4	2	
Paüls	5		
Aguiró	6		
Oveix	7	3	
Astell	8		
Beranui	9	7	3
Antist	10	6	
Castell	11		
Buira	12	4	2
Les Iglèsies	13		
Xerallo	14		
Erdo	15	5	
Vilella	16		
Sarroca de Bellera	17		
Puigcerver	18	8	4
Llussà	19	9	
Serradell	20	10	
Erinyà	21		
Toralla	22	11	
La Pobla de Segur	23		

Taula 9: Resum dels pobles dels que es farà la simulació

Després de definir els pobles dels que es farà la simulació, ja es pot començar a enumerar les hipòtesis i seguidament el procediment per analitzar les variables que influiran a l'usuari, al taxista i al promotor del servei.

6 ANÀLISI DE RESULTATS

En aquest capítol s'analitzarà numèricament les variables explicades en el capítol 4 per a la zona d'estudi. Es procedirà a fer una avaluació del TAD actual i el modificat per treure'n unes conclusions.

6.1 Avaluació de les variables pels usuaris

En aquest capítol es definirà i es farà una simulació de les variacions que tindrà un usuari depenent de les variables. Igualment, s'analitzarà el Transport a la Demanda actual i la modificació que es proposa en aquesta tesina.

S'estudiarà a partir de les hipòtesis, la variació del temps de viatge dels usuaris, i com a conseqüència el cost que comporta aquesta pèrdua de temps. Igualment, a partir de la variació del temps s'analitzarà la viabilitat. En conseqüència es trauran uns resultats pel TAD actual i el TAD modificat, obtenint unes conclusions. Seguidament s'analitzarà l'enquesta realitzada als habitants de la comarca del Pallars Jussà, per contrastar els resultats obtinguts de la simulació amb els reals.

6.1.1 Hipòtesis i formulació matemàtica

6.1.1.1 Determinació del temps entre pobles

S'ha considerat que un factor important pels usuaris, de cara a prendre la decisió de sol·licitar el servei o no, el temps de recorregut, doncs no els quilòmetres que hi ha entre un origen i un destí.

El temps s'ha aconseguit a través del quocient entre els quilòmetres entre pobles i la velocitat. Per determinar la velocitat, s'ha considerat, primerament la velocitat màxima permesa, doncs en les branques que surten tant de la N-260 i la L-503, és de 40 km/h, és a dir les carreteres que es podrien anomenar municipals, ja que és l'ajuntament del municipi que s'encarrega del manteniment. Per la nacional, la velocitat permesa és de 100 km/h, fet que donava uns resultats dels temps una mica baixos, s'ha considerat que la velocitat en aquest tram seria de 80 km/h. Per la L-503, la velocitat autoritzada és de 90 km/h, doncs en aquesta existeixen molts revolts i el temps, també, no corresponia al temps real, s'ha considerat que la velocitat fos de 60 km/h. A partir d'aquestes s'ha obtingut el temps de recorregut entre cada poble. Es resumeix les velocitats en la següent taula.

(Km/h)	Velocitat autoritzada	Velocitat utilitzada
N-260	100	80
L-503	90	60
Carreteres municipals	40	40

Taula 10: Velocitats per la determinació dels temps de trajecte

6.1.1.2 Determinació del poble inici de la ruta dins un ramal

Primerament, tant pel TAD actual com pel modificat, s'ha considerat que l'estudi seria més senzill de realitzar si es tractaven els diferents pobles d'una branca conjuntament. Tal i com s'ha comentat anteriorment, s'ha realitzat un agrupament dels pobles que es troben en el trajecte d'un mateix ramal. La problemàtica sorgeix quan s'ha de decidir, si es comença per el primer poble de l'extrem exterior del ramal o bé per un altre més interior.

Per sintetitzar, s'ha considerat que el trajecte per anar a buscar els usuaris dels diferents pobles dins d'un ramal, era començar per la part més exterior d'aquest.

Es comprova que si es comença per la part més exterior, la pèrdua de temps és alhora inferior, ja que un usuari que habita en un poble de l'extrem d'un ramal, haurà de passar pels altres pobles per arribar al de destí, doncs la pèrdua de temps, serà nul·la. Tot el contrari, si primerament s'agafa un usuari de l'interior del ramal i s'ha d'anar a buscar un usuari a l'exterior del ramal, el primer sumará en la pèrdua de temps dues vegades el temps d'anar del poble on habita al poble més allunyat del destí.

En la següent taula, es mostra un exemple de la variació de temps de trajecte fins a la intersecció del total dels usuaris que pugen al taxi. La demostració es fa fins a la intersecció que unirà aquest ramal amb un altre. Es suposa que en cadascun dels tres pobles hi ha un usuari que ha demanat el servei. Igualment, si es comença el recorregut de recollida dels usuaris pel poble del mig o més interior del ramal, després d'aquest s'anirà al poble que queda més a l'extrem.

	Començament ruta	Buira	Les Iglèsies	Xerallo
(minuts)	Temps entre nodes	Variació de temps	Variació de temps	Variació de temps
Buira	2,85	0	5,7	15
Les Iglèsies	4,65			
Xerallo	3			
Intersecció 3				

Taula 11: Variació de temps segons inici de ruta

Queda comprovat com la variació de temps que pateixen els usuaris si s'inicia la ruta en l'extrem exterior del ramal és nul·la.

A partir de la globalització del ramal, és podrà extreure el temps total de recorregut dins el ramal. Igualment el nombre d'usuaris serà la suma del de tots els pobles de la rama. Així s'obtindrà la variació de temps de trajecte i el nombre total de passatgers per cada ramal.

6.1.1.3 Determinació del ramal d'inici dins una ruta

Després de decidir que dins un ramal es començarà el recorregut per l'extrem exterior, s'ha de concretar, per quin ramal s'iniciarà. Depenen de per on es comenci, la variació del temps de viatge serà més gran o inferior.

Existeixen dues possibilitats, la primera que els ramals surtin tots d'una sola intersecció, com és el cas de les rutes del TAD actual 1, 2 i 3. En canvi en la ruta 4, els diferents ramals surten de diferents interseccions.

Es tractarà els dos casos per separat.

Per prendre aquesta decisió, s'analitzarà, depenent dels usuaris que hi hagi en cada ramal, la variació mínima de temps de trajecte si es comença pel ramal x i després es va al següent.

Intersecció comuna per tots els ramals

La decisió de començar per una o altra rama, es concreta en la següent formulació matemàtica:

Primerament es busca el temps que tardaran els passatgers d'un dels ramals a recórrer tots els altres ramals.

$$T_i = 2 \sum U_i \cdot \sum_{i+1} t \quad [16]$$

on

- T_i : temps total de recorregut dels passatgers d'un ramal pels altres ramals
- i : representa cada ramal
- U : usuaris del ramal i
- t : temps de recorregut d'un ramal

El número dos inclòs en l'equació 16 significa que els passatgers d'un dels ramals, després d'haver anat a buscar els altres passatgers, hauran fet dues vegades el recorregut, és a dir, com que per anar a un poble d'un altre ramal sols hi ha un camí possible, els passatgers del primer ramal, el temps fins arribar a la Intersecció comú a totes les rames després d'haver passat per les altres, serà el recorregut d'anar i el de tornar, doncs dues vegades el temps que suposa fer el recorregut de tots els pobles de la rama.

Trobat tots els temps dels diferents ramals, sols queda trobar el mínim d'aquest. Fet això, s'haurà trobat quin és el ramal per on s'ha d'iniciar el recorregut de recollida dels usuaris.

$$C_i = \min(T_i) \quad [17]$$

on

- C_i :Començament de la ruta

Després de saber quin és el primer ramal del recorregut, el següent serà el segon mínim, i així successivament fins a completar tots els ramals.

Composar bé un recorregut farà disminuir la variació de temps total del recorregut. El càlcul de la variació ja s'ha explicat en capítols anteriors, però es tronarà a remarcar en les pàgines següents.

Per visualitzar millor l'explicació es resumeix en un exemple. La variació del temps de recorregut, si es comença per el mínim, serà el de la taula següent:

Rama	Pobles	Temps entre pobles	Passatgers	Variació de temps si es comences per la rama i	Ordre del recorregut	Variació de temps total	
1	Capdella	5,6	1	60,6	3	72	
	Aiguavella	4	1				
	Intersecció 1		2				
2	Pobellà	1,2	1	77,4	1		
	Montrós	3	0				
	Paüls	1,2	1				
	Intersecció 1		2				
3	Aguiró	2,25	1	60	2		
	Oveix	3,75	0				
	Astell	3,75	1				
	Intersecció 1		2				

Taula 12: Comprovació de la variació del temps de recorregut (minuts)

En canvi si es comença el recorregut per un lloc aleatori, com per exemple es fa un intercanvi en l'ordre del recorregut de la rama tres per la 2, la variació de temps total augmenta considerablement:

Rama	Pobles	Temps entre pobles	Passatgers	Variació de temps si es comencés per la rama i	Ordre del recorregut	Variació de temps total
1	Capdella	5,6	1	60,6	2	116,4
	Aiguavella	4	1			
	Intersecció 1		2			
2	Pobellà	1,2	1	77,4	1	
	Montrós	3	0			
	Paüls	1,2	1			
	Intersecció 1		2			
3	Aguiró	2,25	1	60	3	
	Oveix	3,75	0			
	Astell	3,75	1			
	Intersecció 1		2			

Taula 13: Comprovació de la variació del temps de recorregut (minuts)

Intersecció no comuna de les rames

En la ruta 4 del TAD actual la intersecció no és comuna a totes les rames. Els pobles d'aquesta es troben tots en diferents interseccions amb la N-260. S'haurà de tractar de manera diferent a l'anterior.

Per resoldre les diferents interseccions i obtenir el ramal per el qual s'ha de començar el recorregut, es farà de la mateixa manera que el tractament que s'ha fet amb el començament de la ruta en els pobles que es troben dins d'una rama. Llavors, es començarà per la part més allunyada de la última intersecció, la I7, abans del poble destí, La Pobla de Segur. Veure figura 9.

Si s'apliques la metodologia com si fos rames amb una mateixa intersecció, es procediria, primerament a buscar el temps mínim i després d'obtenir la rama en la que es comencés el recorregut anar fins a la rama més allunyada del destí i passar per les rames a mesura que es va descendant per la N-260, s'obtindria a vegades millors resultats de variació de temps, és a dir, un variació de temps de recorregut més baixos (veure taules següents), però tal i com es mostra en la Taula 15 aquests temps, perjudicarien de forma clara als possibles usuaris que viuen als pobles d'Erinyà, Serradell, Toralla i Lluçà, on des dels seus pobles, els quilòmetres que hi ha per arribar a La Pobla de Segur són escassos, i el temps és com a molt de 10 minuts. Doncs existiria un factor, per part dels usuaris, de caràcter psicològic, de cara a que viuen a proximitats del poble destí, i en ves d'anar en aquesta direcció, retrocedeixen i van en la direcció oposada. Això faria disminuir la demanda de usuaris d'aquesta ruta.

Les taules següents mostren que globalment la diferència de temps de trajecte si es comença el recorregut, primerament per el lloc on el temps és mínim i després es retrocedeix fins al primer poble de la Ruta 4 i si es comença el recorregut per la intersecció més allunyada de la I7, és més baixa en el primer cas.

Rama	Pobles	Temps entre nodes	Passatgers	Variació de temps si es comencés per la rama i	Ordre del recorregut	Variació de temps total
8	Puigcerver	6	2	79,2	11	104,4
	I4					
	I4	2,25				
	I5					
9	Llussà	1,8	1	52,5	8	
	I5					
	I5	1,2				
	I6					
10	Serradell	8,1	1	76,2	9	
	Erinyà	2,1	1			
	I6		2			
	I6	2,18				
	I7					
11	Toralla	7,8	1	47,25	10	
	I7					

Taula 14: Variació del temps total en minuts si es comença el recorregut pel temps mínim

Rama	Pobles	Temps entre nodes	Passatgers	Variació de temps si es comencés per la rama i	Ordre del recorregut	Variació de temps total			
8	Puigcerver	6	2	79,2	8	146,4			
	I4								
	I4	2,25							
	I5								
9	Llussà	1,8	1	52,5	9		146,4		
	I5								
	I5	1,2							
	I6								
10	Serradell	8,1	1	76,2	10			146,4	
	Erinyà	2,1	1						
	I6		2						
	I6	2,18							
	I7								
11	Toralla	7,8	1	47,25	11				146,4
	I7								

Taula 15: Variació de temps en minuts si es comença per la rama més allunyada de la intersecció I7

Es veu clarament com la variació de temps és molt superior, uns 40 minuts més. Tot i així, els Usuaris del poble de Toralla, per anar a La Pobla de Segur tarden uns 10 minuts en recórrer 7,7 quilòmetres, en canvi si es comencés el recorregut per aquest poble i s'anés a tots els altres, els usuaris tardarien a arribar al poble de destí uns 57 minuts recorrent 52 quilòmetres, doncs aquests usuaris estarien en un nivell de servei E, Murga M. (2002), servei molest per l'usuari.

Per aquest motiu, en interseccions diferents per les rames, s'optarà per començar el recorregut per la intersecció més allunyada de la darrera intersecció abans d'arribar al poble destí.

6.1.2 Anàlisi de les variables

6.1.2.1 Variació del temps de viatge

Com ja s'ha comentat en l'apartat d'anàlisi de variables, la variació del temps de viatge servirà per fer una valoració econòmica del que suposa pels usuaris un recorregut passant per més o menys pobles abans d'anar al destí final.

Per fer una valoració d'aquests costs, s'utilitzarà l'equació [8] . Aquesta s'haurà d'aplicar en el TAD actual, el que consta de 4 rutes, i el TAD modificat, que ja s'ha explicat en el capítol 4. Finalment es farà una comparació entre els dos models.

6.1.2.1.1 TAD actual

Per analitzar el cost que suposarà per l'usuari un recorregut no directe cap al poble de destí, s'analitzarà la variació de temps. Aquesta dependrà del total de persones que sol·licitin el servei dins una mateixa ruta. Doncs, com més usuaris vulguin viatjar amb aquest transport, més alta serà aquesta variació per persona.

Seguint les hipòtesis del començament de les rutes segons l'apartat anterior, es buscarà la variació de temps de viatge de tots els usuaris d'una ruta a partir de l'equació següent i després de organitzar la ruta, és a dir, s'hagi ordenat per on es començarà i quina rama seguirà després successivament:

$$V_t = 2 \sum_i (U_i \sum_{i+1} t_{i+1}) \quad [18]$$

on

- V_t : Variació del temps de viatge de tots els usuaris

6.1.2.1.2 TAD modificat

La modificació que es vol contemplar en aquesta tesina, consisteix en primerament a partir dels usuaris totals que sol·licitaran el servei en la zona de simulació, marcar el nombre màxim de taxis necessaris per realitzar el servei:

$$N_T = \frac{\sum_i U_i}{7} \quad [19]$$

on

- N_T : Flota de taxis necessaris per realitzar el TAD

A partir d'aquí s'haurà de definir les rutes novament, ja que es molt possible que el nombre d'usuaris sigui menor a les places que es necessitarien per omplir quatre vehicles de 7 places cadascun.

Un cop s'haurà definit de nou les rutes, sempre depenent del nombre d'usuaris, es procedirà a marcar el recorregut, és a dir, per quina rama es començarà i quina la seguirà, fins a completar tot el trajecte de la nova ruta.

Un cop definida la nova ruta, es procedirà a valorar la variació de temps de trajecte de tots els usuaris a partir de l'equació [18].

Redefinició de les noves rutes

A partir de la informació facilitada pel Consell Comarcal del Pallars Jussà, en la qual es proporciona les dades del nombre de passatgers i expedicions, és a dir, viatges simples, segons la ruta, de l'any 2005, es podrà obtenir diferents hipòtesis que ajudaran a l'hora d'organitzar les rutes modificades.

En les taules següents es mostren el nombre de viatgers de l'any 2005, i el nombre de viatges que es van fer en cada ruta de totes les de la comarca. Aquests viatges són simples, és a dir, només representen els viatges per portar els usuaris a la població de destí.

A partir d'aquesta informació és pot obtenir de manera sintètica el nombre de passatgers que utilitzava el servei per cada viatge realitzat, això és el nombre de passatgers aproximat per cada taxi.

La següent taula mostra el nombre d'usuaris per taxi, per ruta i per dia de tot l'any 2005.

Rutes	Usuaris transportats	Viatges realitzats	Nombre usuaris per viatge
Espluga Serra-Tremp	2	2	1
St. Miquel de la Vall-Tremp	132	90	1,47
St. Serni-Tremp	19	20	0,95
La Clua-Tremp	37	32	1,16
Aransís-Tremp	47	36	1,31
Orcau-Tremp	4	4	1
Bòixols-Tremp	0	0	0
Buira-Tremp	31	28	1,11
Llussà-Tremp	72	66	1,09
Capdella-Aguiró-Tremp	235	68	3,46
Rivert-Tremp	0	0	0
Sta. Engràcia-Tremp	119	68	1,75
Pessonada-la Pobla	277	192	1,44
Hortonedà-la Pobla	219	52	4,21
Talarn-Tremp	0	0	0
Fígols-Tremp	0	0	0
Antist-La Pobla de Segur	42	18	2,33
TOTAL	1236	676	1,83

Taula 16: Nombre d'usuaris per ruta i dia de l'any 2005. Informació facilitada pel Consell Comarcal

Si s'observa el total, es veu com en un taxi de 7 places viatgen com a mitja aproximadament dues persones.

Passa gairebé igual en les rutes que es tracten més àmpliament en aquesta tesina. En la de Capdella (Ruta 1) i la d'Antist (Ruta 3) el nombre de passatger per taxi és de 4 i de 3 respectivament. En canvi, en les altres dues, la mitjana d'usuaris és aproximadament d'un, doncs no s'assoleix tota la capacitat del taxi. Això significa que un taxi de 7 persones per ruta és massa gran, però en canvi si s'agrupessin rutes, per exemple la 1 i la 3 i la 2 i la 4, el nombre de passatgers seria aproximadament de 7 i 4 respectivament per cada taxi. Això faria disminuir els costos, doncs passaria de ser necessaris 4 taxis pel TAD actual a 2 pel TAD modificat. Això sí, s'ha d'analitzar quines conseqüències porta aquesta reducció de taxis pels usuaris.

Si ara s'observa en deteniment les rutes de les que es farà la simulació,

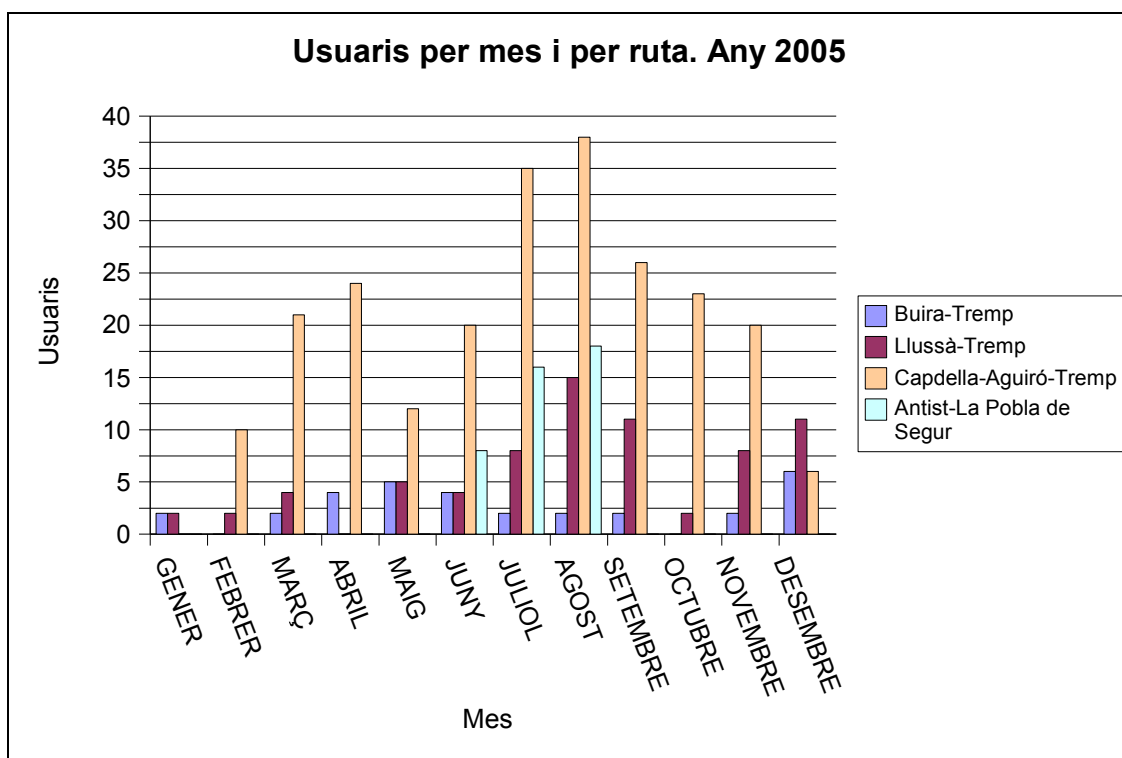


Fig 10: Usuaris per ruta i per mes

Es pot veure com la ruta 1, la de Capdella, hi ha normalment usuaris que sol·liciten el servei durant tot l'any. Passa el mateix amb la 2, la de Buira, i la 4, la de Lluçà. En canvi, els usuaris de la ruta 3, la d'Antist, sols utilitzen aquest transport els mesos d'estiu, doncs es molt possible que les persones d'aquests pobles, només hi habitin els mesos de més calor.

També, es pot observar que són en aquests mesos que el nombre de viatgers augmenta per totes les rutes.

En la informació facilitada pel Consell Comarcal no hi constava en quins pobles els habitants

utilitzaven el servei. Es va procedir a contactar amb els taxistes per esbrinar quantes persones sol·licitaven el servei en cada poble, obtenint una resposta que es detalla en la següent taula. Els i les taxistes comentaren que en la majoria de pobles, cap persona sol·licitava el servei i que en els altres, les persones que ho feien eren habituals, sense augmentar ni disminuir el nombre d'aquests, sols en èpoques d'estiu que augmentava, però això sí, sempre eren els mateixos. També, a la pregunta de si s'havia emplenat el taxi i si havien necessitat més taxis per una sola ruta, la resposta va ser negativa, el taxi, en la ruta de Capdella s'havia cobert totes les places, però mai fins al punt de necessitar un taxi per acabar de cobrir la demanda. Doncs, com a molt un taxi anirà totalment ple, però mai se'n necessitaran dos per cobrir una ruta.

	Passatgers	Observació
Capdella	1	2 més de tant en tant
Aiguavella	0	
Pobellà	0	
Montrós	2	
Paüls	0	
Aguiró	0	
Oveix	0	
Astell	2	3 més a l'estiu
Buira	0	
Les Iglèsies	0	
Xerallo	2	
Erdo	0	
Vilella	2	
Sarroca de Bellera	1	
Antist	0	
Castell	3	Estiu
Beranui	0	
Puigcerver	0	
Llussà	0	
Serradell	2	
Erinyà	0	
Toralla	2	

Taula 17: Nombre d'usuaris per cada poble

S'observa que dels 22 pobles, en menys de la meitat hi ha persones que utilitzen el servei.

Si es compara aquesta informació amb la facilitada pel Consell Comarcal, es pot veure com no en tots els viatges, utilitzen el taxi, simultàniament, totes les persones que s'especifiquen en la taula, ja que en la Taula 16 el nombre de persones que utilitzen el taxi per cada ruta és inferior a la suma dels passatgers de cada ruta de la informació facilitada pels taxistes.

S'ha de dir, que els taxistes van aclarir, que cada cop que feien la ruta, no tots els usuaris que es mencionen en l'anterior taula utilitzaven el servei.

Per aquest motiu, un taxi de 7 places per ruta, és suficient i moltes vegades queden places sense ocupar. Doncs, a partir d'aquestes dades ja es pot organitzar les noves rutes:

Prenen com a rutes les del TAD actual es farà una separació depenen del nombre total de passatgers

que hagin sol·licitat el servei.

Si el nombre d'usuaris total omplen 4 taxis, llavors, el recorregut d'aquests serà el mateix que el TAD actual

En canvi si es necessiten 3 taxis, es separarà amb 3 rutes. Fixant-se amb la informació facilitada pels taxistes, es veu com una ruta clara és la Ruta 1, la de Capdella, per tenir el nombre d'usuaris més elevat. Una altra serà la de Buira, Ruta 2, ja que és la següent amb més usuaris, i l'última serà el global de la Ruta 3 i 4, és a dir, la de Lluçà i la d'Antist. Aquestes dos s'han fusionat perquè, tot i que en la informació facilitada per el Consell Comarcal, en la ruta d'Antist els usuaris per trajecte són de gairebé dos passatgers i mig per viatge, la informació del taxista comenta que sols hi ha usuaris quan és l'estiu, tal i com es pot veure en la figura 10. La ruta de Lluçà, s'ha fusionat amb l'anterior, per tenir el menor nombre d'usuaris segons la taxista que realitza la ruta.

Si pel contrari, s'omplen 2 taxis, les rutes principals seran la de Buira i la de Capdella pels motius comentats anteriorment. La de Lluçà estarà englobada amb la primera i la d'Antist amb la segona, respectivament. S'han associat d'aquesta manera per la proximitat dels pobles la Ruta 1 i 3

Si els usuaris en sol·licitar el servei sols omplen un taxi, s'analitzarà quin és el mínim de temps d'anar del poble origen fins als altres, és a dir, s'aplicaran les equacions[16] i [17], llavors, si es comença per la Ruta 2, es seguirà per la 1 i després la 3 i la 4, en canvi, si es comença per la ruta 1 es continuarà per la 3, la 2 i la 4.

S'aplicarà en tot moment les hipòtesis establertes anteriorment d'inici de ruta.

El resum de com s'establiran les noves rutes del Transport a la demanda, s'especifica en la següent taula:

Nombre de taxis necessaris	Recorregut de les rutes	Observació
4	Ruta 1	Seguint hipòtesis
	Ruta 2	
	Ruta 3	
	Ruta 4	
3	Ruta 1	
	Ruta 2	
	Ruta 3 i 4	
2	Ruta 1 i 3	
	Ruta 3 i 4	
1	Ruta 1 o 2, 3 i 4	

Taula18: Resum de les noves rutes a partir del nombre de taxis

6.1.2.1.3 Comparació entre el TAD actual i el TAD modificat

En aquest apartat, aplicant les hipòtesis ja comentades tant per el TAD actual com pel modificat, s'obté la variació del temps de viatge segons el nombre de viatgers en cada cas. Igualment,

donat que es té la informació facilitada pels taxistes d'on existeixen usuaris que demanen el transport s'utilitzarà aquesta en ves de fer una simulació de manera aleatòria dels usuaris de tots els pobles.

S'ha fet 44 simulacions, fent variacions aleatòriament en els pobles que normalment hi ha usuaris que sol·liciten el servei. Una representació gràfica de la variació de temps tant en el TAD actual com en el modificat, ha permès fer una aproximació matemàtica d'aquesta variació de temps.

Aquesta simulació s'ha fet fins a 21 passatgers. Com s'ha comentat, fins a 21 usuaris, que omplirien 3 taxis, les rutes del TAD actual i modificat són diferents. Mentre en el primer es farien 4 rutes, en el segon, respectivament, se'n farien 3, ja que en el TAD modificat, les rutes es planifiquen en funció del nombre de passatgers. A partir de 22 usuaris, les rutes del TAD actual i el modificat serien les mateixes, ja que en el primer, continuarien fent-se les 4 rutes, i en el segon, en haver 22 persones ja serien necessaris 4 taxis, llavors es procediria a realitzar les 4 rutes iguals que en el TAD actual, com s'ha vist en la taula 18.

La figura següent és la representació de la simulació fins a 21 usuaris. Inclou les línies de tendència que permeten obtenir una expressió matemàtica de la variació de temps:

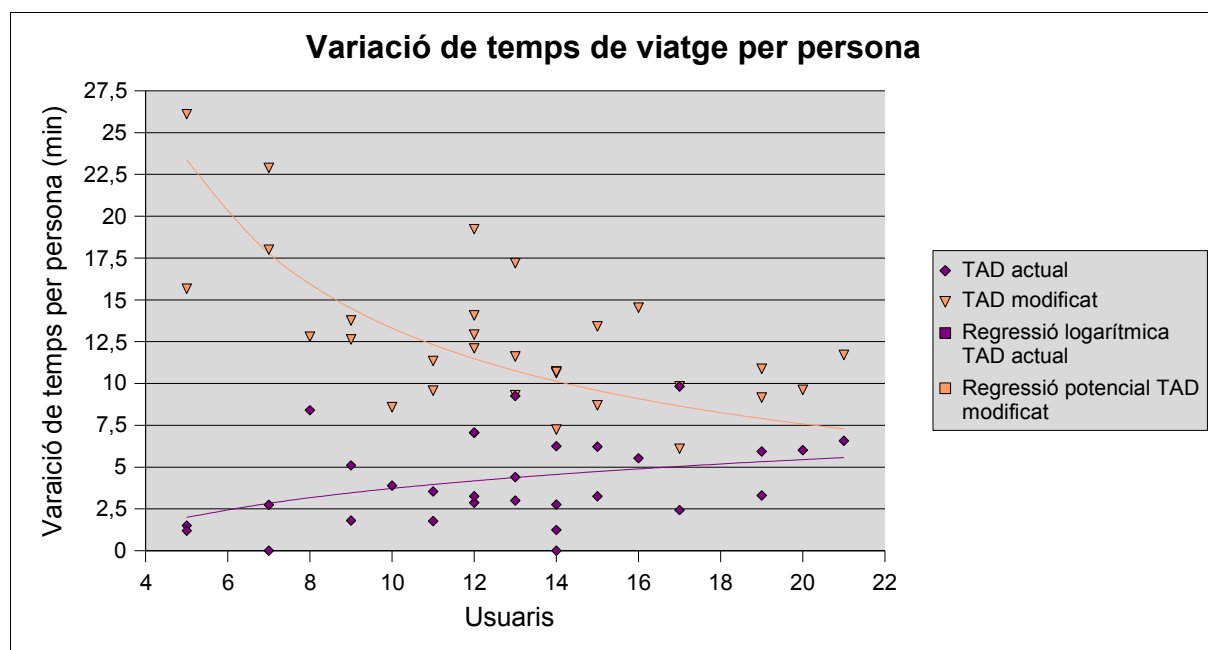


Fig 11: Simulació i regressió del TAD actual i el modificat

L'equació de la regressió logarítmica del TAD actual fins a 21 usuaris és la següent:

$$V_{t(TADact)} = 2,4872 \ln(U) - 2,002 \quad [20]$$

amb

$$R^2 = 0,2239$$

Aquest és un valor baix, però és el més alt de les regressions, tant lineal com polinomial.

L'equació de la regressió potencial del TAD modificat, igualment fins a 21 usuaris és:

$$V_{t(TAD\ mod)} = 86,263 U^{-0,8116} \quad [21]$$

amb

$$R^2 = 0,6851$$

S'observa en la figura 11, com la diferència de temps entre el TAD actual i el modificat és d'uns 20 minuts més, com a màxim, en aquest últim.

Com ja s'ha comentat, s'intenta fer una simulació el més real possible. Llavors, ha partir de la taula 17, dades facilitades pels taxistes, els pobles on hi ha sol·licituds sempre són els mateixos, el mateix passa amb els passatgers. Doncs s'ha variat el nombre de demandes d'aquests pobles i s'ha deixat a zero les demandes dels altres pobles. Per tant, no s'ha tingut en compte possibles demandes del servei en pobles que, segons els taxistes, mai s'hi ha transportat cap passatger.

Així doncs, com es pot veure en el gràfic de la figura 11, la variació del TAD modificat va disminuint a mesura que augmenta el nombre de passatgers i es va acostant al TAD actual.

Es segueix la hipòtesi de que en els pobles que no hi ha hagut cap sol·licitud fins en aquests moments, el nombre d'usuaris contemplats en la simulació són nuls. Llavors, la variació de temps disminuirà degut a que, a mesura que es van augmentant els passatgers és necessiten més taxis. Això és el mateix que dir que disminuirà el total de quilòmetres recorreguts per cada taxi, doncs disminuirà el nombre de rutes del TAD actual que hauran de recórrer els taxis. Per tant, en no haver de fer tants quilòmetres, disminueix la variació de temps de viatge dels passatgers.

Així doncs, si existeixen 6 sol·licituds del servei, s'haurà de disposar d'un sol taxi, però aquest haurà de recórrer les 4 rutes del TAD actual. El mateix passa per 7 passatgers. En aquest cas, en el pas de 6 a 7 usuaris, la variació de temps hauria d'augmentar, però com s'ha comentat, el gràfic de la figura que es comenta, és una aproximació del global de totes les demandes fins als 21 usuaris. Tot i així, com ja bé, també, s'ha comentat, en fer la simulació s'han variat el nombre de persones dels pobles on existeix demanda actualment, llavors, la variació de temps de viatge és funció del nombre de persones que sol·licitaran el servei en cada poble. Aquesta variació, com es pot observar en els punts de la figura, per igual nombre de passatgers hi ha diferents resultats de variació de temps de viatge. Doncs la línia de regressió és una aproximació.

A partir de 8 usuaris, seran necessaris 2 taxis. Cada taxi serà l'encarregat de fer 2 rutes del TAD actual. Per tant és disminueix el nombre de quilòmetres que cada taxista haurà de fer per recollir els passatgers. Doncs, la variació de temps de viatge disminuirà.

Així, globalment, fins als 21 usuaris.

Passa el contrari en el TAD actual. Donat que sempre existeixen 4 taxis per realitzar les 4 rutes, un augment de la demanda en una ruta, suposa un augment dels quilòmetres que ha de fer el taxi, per tant un augment de la variació de temps de viatge dels passatgers. En resum, un augment del nombre de sol·licituds, globalment per les 4 rutes, implicarà un augment de la variació de temps de viatge. Tot i així, aquesta variació no és molt significativa, passa d'uns 2 minuts a uns 6 minuts de mitjana de pèrdua de temps per usuari.

Fins a 21 usuaris, les equacions que aproximen la simulació de la variació de temps per passatger són les anteriors. A partir de 22 usuaris s'ha buscat una altra aproximació de la variació del temps de viatge. Com ja s'ha mencionat, tant en el TAD actual com en el TAD modificat, les rutes seran les

mateixes, doncs la variació de temps de trajecte dels usuaris serà igual en els dos casos. Això és perquè a partir d'aquest nombre de passatgers, en el TAD modificat, ja es necessitaran quatre taxis per cobrir les necessitats de tots els usuaris que han demanat el servei. Per organitzar les rutes d'aquests transports, s'ha optat, com ja s'ha comentat anteriorment, recórrer els diferents pobles amb les rutes fixades pel TAD actual.

S'haurà de buscar una aproximació matemàtica per resoldre la variació de temps a partir dels 22 usuaris fins a 28, el que és el mateix, fins a quatre taxis totalment plens. La figura següent mostra el gràfic de les variacions de temps en fer la simulació. Igualment es mostra la regressió matemàtica que aproxima aquest temps:

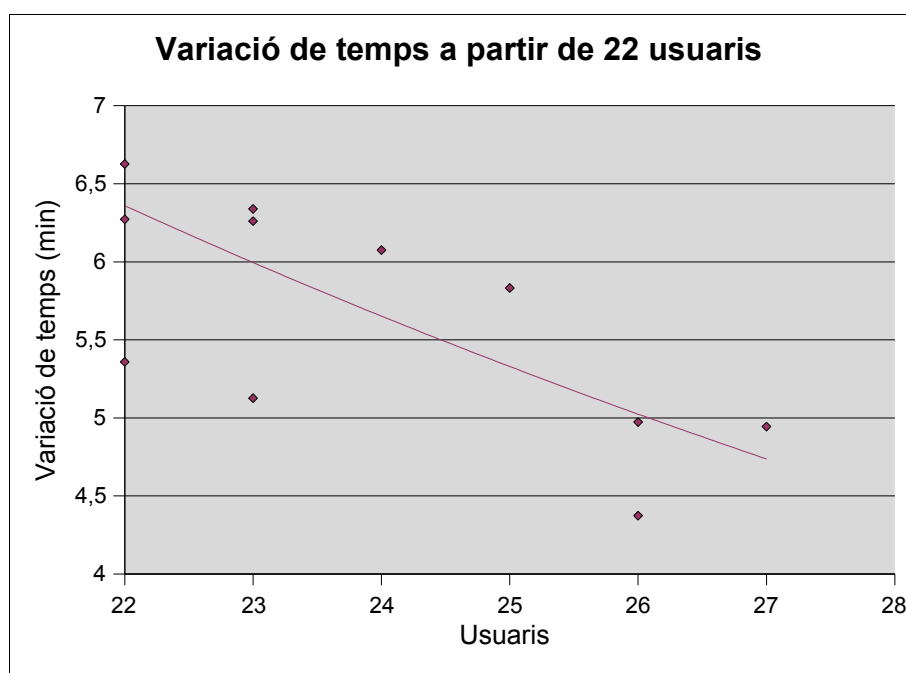


Fig 12: variació de temps per persona a partir de 22 usuaris

La regressió matemàtica és una funció exponencial:

$$V_{t(22U)} = 23,235 e^{-0,0589 U} \quad [22]$$

amb

$$R^2 = 0,528$$

La variació de temps disminueix amb el nombre d'usuaris, sembla no gaire lògic, ja que si s'augmenta els usuaris que utilitzaran el servei per un mateix taxi, la variació de temps hauria d'augmentar. Tot i així, en augmentar el nombre de passatgers d'un mateix taxi, degut a que tots els pobles on hi ha persones que demanen el Transport a la demanda ja hi existeix algun passatgers, l'única conseqüència que tindrà serà l'augment de passatgers en els pobles. S'haurà d'augmentar el nombre d'usuaris d'un mateix poble per arribar a cobrir alguna de les places dels 4 taxis que s'utilitzaran, ja que no s'ha suposat que en els pobles on actualment no hi ha cap sol·licitud, n'hi hagi alguna a curt plaç. A partir de les hipòtesis que es comenten a l'inici d'aquest capítol, un augment de passatgers en un poble, podrà significar, una disminució del sumatori de temps per anar als altres pobles, ja que donat que una de les hipòtesis és que es comença la ruta pel lloc on el producte de

passatgers per el temps ha de ser mínim, en augmentar el nombre de passatgers en un poble, pot resultar que inicialment sigui mínim, però després de l'augment sigui un màxim, llavors, serà l'últim poble on s'aniran a buscar els passatgers, fet que significarà que la variació de temps per aquests sigui nul·la fins al poble de destí.

La variació del temps de trajecte per usuari, es mostra en la figura següent:

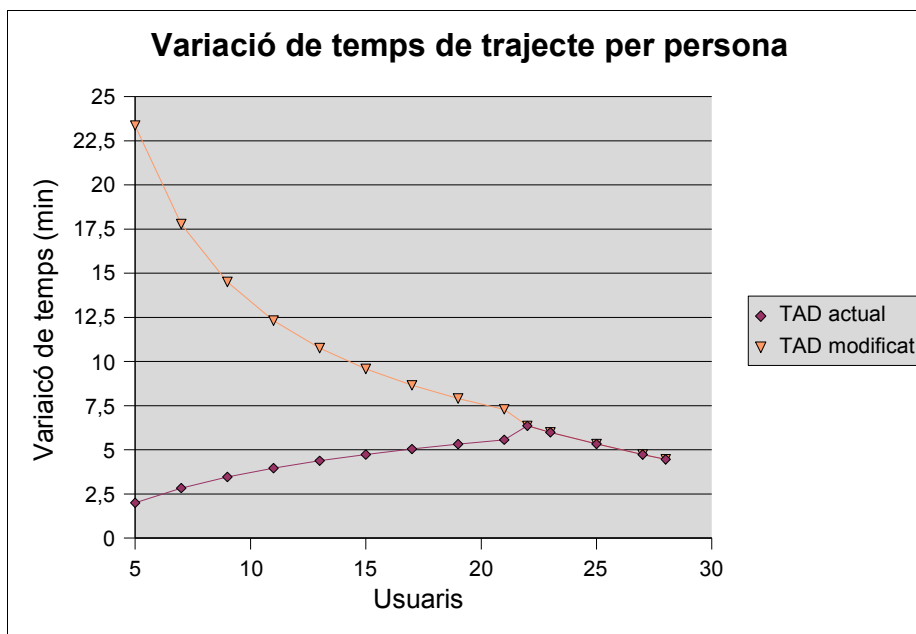


Fig 13: Variació del temps de trajecte per persona i per els usuaris totals del servei

Un cop realitzat l'anàlisi per la variació de temps de trajecte fins a 28 usuaris, ja es pot analitzar tant la viabilitat i els costos que suposarà aquesta variació pels usuaris, com les variables dels taxistes i l'operador.

L'avaluació s'ha fet fins a 28 usuaris. Doncs més enllà d'aquest nombre d'usuaris, la simulació colapsaria. Això passaria si la demanda fos superior a 28 usuaris. Es pot comprovar en la taula 16, que, si s'abastís totes les rutes al mateix temps, que és el que es preten amb el TAD modificat, el nombre d'usuaris de les 4 rutes seria de 8. Llavors, perquè aquesta tesina no fos vàlida hauria d'augmentar la demanda gairebé tres vegades la demanda actual, fet que es pot produir a molt llarg plaç. Per aquest motiu no s'ha tingut en compte a més de 28 usuaris.

6.1.2.2 Viabilitat

Rosselló et al., (2002) van fer un estudi de Viabilitat. En aquesta tesina, tal i com ja s'ha comentat, se li fa una modificació. Aplicant l'equació [5] a les equacions de la Variació de Temps, la [20] per el TAD actual, la [21] per el TAD modificat i la [22] per la variació de temps a partir de 22 usuaris, s'obté el següent gràfic:

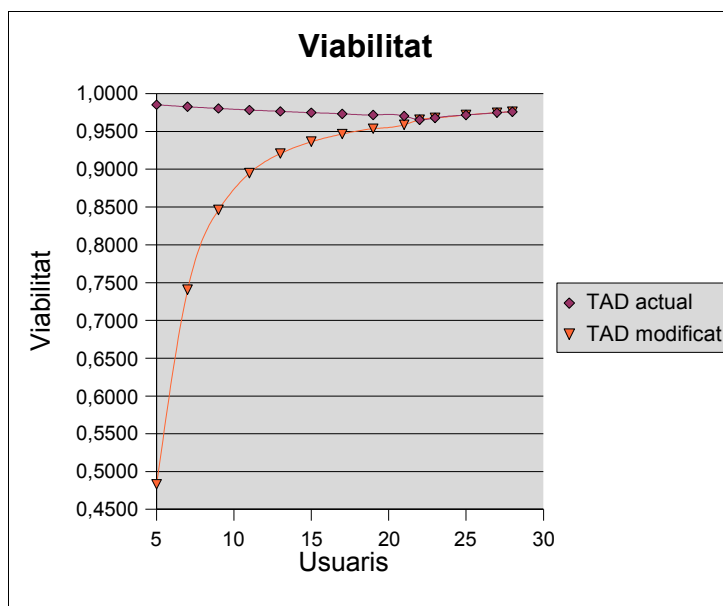


Fig 14: Representació gràfica de la viabilitat depenent dels usuaris

La viabilitat gairebé és constant pel TAD actual, disminueix una mica, ja que com menys usuaris estiguin disposats a sol·licitar els serveis, en disposar de quatre taxis, millor atenció se'ls hi donarà. En canvi en el TAD modificat, com més usuaris hi hagi, més taxis hi haurà per realitzar el recorregut de les quatre rutes del TAD actual i la variació de temps disminuirà, doncs la viabilitat augmentarà.

6.1.2.3 Costos

Els costos que suposarà al viatger la pèrdua de temps, per anar a buscar altres usuaris d'altres poblacions, vindran donats per l'equació [6] aplicada a les equacions de la variació de temps i amb els valors que es donen en la Taula 4.

El valor del temps d'una hora de viatge donats per la taula esmentada anteriorment, són de l'any 2000, doncs se li ha d'aplicar una augment, segons l'INE, del 25,6% de l'IPC de l'any 2000 al 2007.

Els viatges que es realitzen a la comarca del Pallars Jussà, normalment no són de treball, però tampoc pròpiament d'oci, ja que com en els pobles no hi ha cap botiga de queviures, la població s'ha de desplaçar a La Pobla de Segur, Tremp o Isona, per fer les compres. Igualment, l'atenció sanitària, es troba en punts estratègics de la comarca, fet que fa que el ciutadà, sigui per la causa que sigui s'hagi de desplaçar des de 5 quilòmetres fins a 30 per cobrir les seves necessitats.

S'aplicarà el valor del temps que facilita el Ministerio de la Taula 4, ja que com s'ha comentat, els desplaçaments realitzats no se sap molt bé de que són, si d'oci, si de necessitat o per treball. El Ministerio, com que contempla que tots els temps costen igual, es tindrà en compte aquest valor.

El cost que resulta del valor donat més l'augment de la inflació és de **9,23 euros** per una hora de viatge.

Fent el producte d'aquest valor a les equacions anteriors s'obté el gràfic del valor del temps per

persona, depenen dels usuaris:

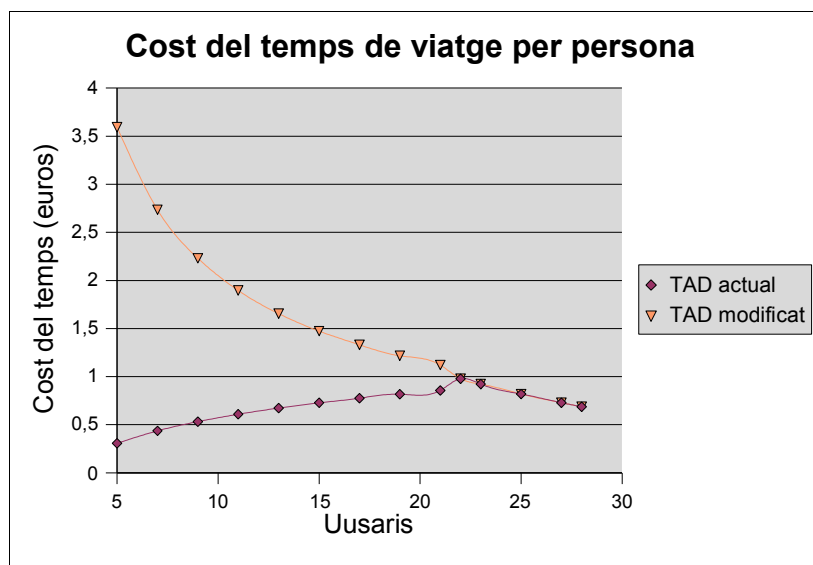


Fig 15 : Cost del temps de viatge per persona del Transport a la demanda (euros)

Aquest cost serà per persona depenen dels usuaris que sol·licitin el servei. Si el que es vol és el cost total de la variació de temps de tots els usuaris, serà el valor donat pel producte del cost de temps donat per la gràfica anterior per el nombre d'usuaris que sol·licitin el servei.

6.1.3 TAD actual vs. TAD modificat

Després d'avaluar la variació de temps que suposaria als usuaris anar d'un lloc a un altre dependent de si es segueix amb el model actual, quatre taxis per quatre rutes o el model modificat, taxis dependent del nombre de usuaris, es demostra que tot i que la Viabilitat és més gran en el primer cas, aquesta no és pràcticament nul·la en el segon, sinó que és una Viabilitat una mica menys de la meitat de si s'aplica el TAD actual. Tot i això, a partir de 10 usuaris que demanen el servei, aquesta augmenta fins assolir una viabilitat força acceptable, 0,80, valor que no és negatiu en resoldre el problema del Transport a la demanda pel model proposat en aquesta tesina.

Si en comptes de mirar el valor de la viabilitat, s'observa el dels costos, es veu com en el TAD actual, aquest és molt baix, oscil·lant entre 0,25 i 1 euro per persona.

En canvi amb el TAD modificat, en menys de 10 usuaris, el valor del cost del temps per persona és de 3,75 euros, tot i que disminueix ràpidament per sota dels 2 euros a partir d'aquest nombre d'usuaris total.

Ara, després d'analitzar les variables tant econòmiques com tècniques, s'hauria de fer una comparació entre el temps que es preveu en aquesta tesina i el que desitgen els usuaris. Com ja s'ha dit, s'ha realitzat una enquesta a la població de la comarca del Pallars Jussà, que ajudarà a comparar i corroborar els resultats obtinguts matemàticament.

6.1.3.1 Simulació vs. Enquesta

Després de fer la simulació és hora de comparar els resultats obtinguts amb els de l'enquesta feta a

la població del Pallars Jussà en general.

En aquesta, una de les preguntes era quan temps estaria disposat a perdre una persona que utilitzes el Transport a la Demanda, per anar al Poble de destí. En la pregunta s'oferia diferents respostes. El resultat obtingut és mostra en el gràfic de la figura següent:

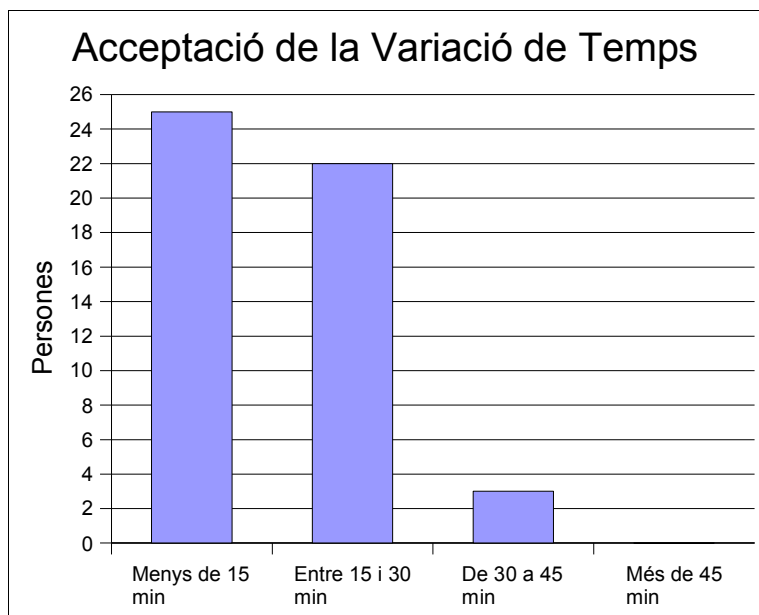


Fig 16: Acceptació de la Variació del temps de viatge

Com s'observa, gairebé la meitat de les persones que van respondre l'enquesta, en total 50, estarien disposats a perdre fins a 15 minuts en el recorregut no directe fins al poble de destí. Molt apropiat es troben els usuaris, que estarien disposats a perdre fins a mitja hora. A partir dels 30 minuts molt poques persones voldrien perdre aquest temps i cap més de 45 minuts.

Si s'analitza la simulació amb el temps que estarien disposats a perdre les persones d'anar del seu poble al de destí, el TAD modificat, encara estaria dins el límit, ja que com a mitja, la variació de temps de viatge màxim de cada passatger és de 23 minuts, doncs, almenys gairebé la meitat de la població del Pallars, estaria disposada a perdre aquest temps, ja que com ja s'ha comentat, aproximadament la meitat de persones enquestades estarien disposades a perdre fins a 30 minuts.

A partir dels 10 usuaris que sol·licitessin el servei, la variació de temps aproximada per cada persona disminueix fins als 14 minuts, doncs, la majoria de la població, si volgués demanar el servei, ho faria i la pèrdua de temps que els comportaria no els seria un motiu determinant per no utilitzar-lo.

Per tot això, després de fer la comparativa del cost de la pèrdua de temps dels usuaris, de la viabilitat i en resum, la part més important que és la de l'enquesta per veure si el que s'analitza és acceptat o no, es pot concloure que:

1. A partir dels 10 usuaris totals que sol·liciten el servei, la població estaria disposada a

demanar-lo sense cap problema.

2. Per menys de 10 usuaris, la meitat de la població no els hi agradaria perdre el temps que els hi suposa el transport amb el TAD. Tot i així, el cost que els representa no és tant elevat com per no sol·licitar el servei, ja que com a mitjana, el màxim de temps perdut seria d'uns 25 minuts. Valor que com comenta M. Murga (2002) és un nivell de servei C i és acceptable pels usuaris.

6.2 Avaluació de les variables pels taxistes

L'anàlisi que es farà del Transport a la demanda en els taxistes, serà un en el que es vol veure segons una perspectiva del taxista si aquest tipus de transport li es favorable econòmicament o pel contrari un altre tipus de viatge li seria més rentable.

Com ja s'ha comentat anteriorment, en l'apartat 4.2.2, els taxistes tenen diferents alternatives de recaptar ingressos. Aquestes són el transport a la demanda, els viatges amb 4x4, i per suposat el transport escolar entre d'altres.

El transport escolar és constant durant gairebé tot l'any, tret de les vacances escolars, per tant suposaran uns ingressos constants.

El transport a la demanda s'ha d'analitzar de manera que sigui rentable, és a dir, un taxista haurà de decidir si tancar un contracte amb el Consell Comarcal per fer el TAD actual o bé fer els viatges amb 4x4. Igualment a part d'avaluar la rendibilitat pel taxista del TAD actual també es farà pel TAD modificat.

6.2.1 Hipòtesis i formulació matemàtica

6.2.1.1 Presa de decisions

Un taxista podrà prendre una decisió si té els suficients elements per decidir-se entre diferents propostes.

En aquesta tesina, es tracta el cas actual del Transport a la demanda i la modificació que se'n fa. Per aquest motiu, s'haurà d'avaluar quin dels dos afavoreix més al taxista o si pel contrari cap dels casos li és favorable. També s'haurà de valorar els ingressos que tindria el taxista si no realitzés el TAD i en substitució decidís fer trajectes amb 4x4.

Per tant, s'hauran d'analitzar tant el TAD actual, com el modificat i com les rutes amb Tot terreny.

Se suposa que la inversió que ha de fer el taxista per procedir a realitzar algun dels trajectes comentats és nul·la, ja que com s'ha dit amb anterioritat el responsable de realitzar el transport ja té el negoci muntat, doncs totes les propostes noves que li sorgeixin seran un benefici. És ben sabut que si es realitzen més quilòmetres, existiran nous costos. Tot i així la nova activitat haurà de compensar-los i alhora augmentar els seus ingressos.

Per calcular el cost que significarà la variació de temps per un usuari, s'ha fet en només un sentit, és

a dir, de la recollida del poble on habiten els usuaris fins al poble de destí, La Pobla de Segur.

Per fer l'estudi dels taxistes també és farà, solament en aquest mateix sentit.

Tot i tractar-se les variables en un sentit, dels pobles d'origen fins al poble de destí, se suposarà que els taxistes tenen el seu lloc de sortida, és a dir, l'inici del seu trajecte, al poble de destí dels usuaris, La Pobla de Segur. Doncs el trajecte que farà un taxista per anar a recollir els usuaris per portar-los al punt d'arribada, serà anar fins als pobles i tornar al lloc de sortida, en un sentit, en resum dues vegades el trajecte en un sentit per part dels usuaris

El taxista, doncs, una de les opcions que té per valorar si el negoci que li proposen li és favorable o no, serà la comparació entre les diferents alternatives.

La comparació es farà a través de l'alternativa 4x4 i el TAD tant l'actual com el modificat. Es fa aquesta comparació ja que després de parlar amb els taxistes de la zona, alguns es van queixar de que hi havia vegades que havien de dir no a rutes amb 4x4 perquè tenien signat un contracte de transport amb el Consell Comarcal i el dia en qüestió no tenien cap ingrés perquè ningú havia sol·licitat el TAD. Aquest dia, en vés de tenir els ingressos d'un viatge amb Tot terreny, tenien uns ingressos nuls per estar subjectes a un contracte.

Per analitzar com afecta la decisió de signar un contracte o no per realitzar el TAD es farà recurrent al concepte de cost d'oportunitat.

El cost d'oportunitat és el que ha d'assumir una persona quan decideix realitzar, comprar... una cosa i no una altra.

En aquest cas el Cost d'oportunitat (CO) vindrà donat per la diferència dels ingressos d'un viatge amb Tot Terreny (I_{TT}) i els ingressos obtinguts per realitzar el TAD (I_{TAD}).

$$CO = I_{TAD} - I_{TT} \quad [23]$$

llavors

$CO < 0$; L'opció més bona són viatges en 4x4

$CO = 0$; Les dues opcions són iguals

$CO > 0$; L'opció més bona és el TAD

Per fer una avaluació del cost d'oportunitat, es sumaran tots els CO que es comptabilitzin en realitzar el TAD depenen del nombre de taxis que s'utilitzin.

En el TAD actual, existiran 4 CO, doncs s'utilitzen 4 taxis per fer les rutes normalment, llavors, serà la suma d'aquests, en canvi, en el TAD modificat, el nombre de CO dependrà del nombre d'usuaris.

En resum, s'haurà d'obtenir el Cost d'Oportunitat total:

$$CO_{Total} = \sum CO_i \quad [24]$$

on i és cada ruta que servirà per anar a recollir els usuaris en els seus pobles.

Es suposarà de forma estimativa i perquè és el cas més desfavorable, que cada vegada que es

sol·liciti el servei a la demanda hi hagi una possible sol·licitud de viatge amb Tot Terreny. Això no és del tot cert.

Si s'observen les dades proporcionades pel Consell Comarcal, el nombre de viatges (anada i tornada) que es van realitzar amb el Transport a la demanda en l'any 2005 va ser:

Rutes	Viatges realitzats
Ruta 1	34
Ruta 2	14
Ruta 3	9
Ruta 4	33
TOTAL VIATGES	90

Taula 19: Nombre de viatges realitzats (anada/tornada) en l'any 2006

De la informació proporcionada pels professionals del transport que realitzen els viatges amb Tot Terreny, en un any poden arribar a fer un nombre important d'aquestes sortides, especialment en caps de setmana. Tot i així depenen de les èpoques de l'any com són els mesos d'estiu, vacances de Setmana Santa i Nadal i altres festivitats, també en realitzen entre setmana. La mitja anual de viatges entre setmana després de parlar amb diferents taxistes són de 10 a 15.

Observant la taula anterior, el nombre de viatges amb TAD i el de 4x4 difereixen, tot i que els viatges que es fan en Tot terreny en comparació amb la Ruta 2 i la 4 són superiors que els que es fan en TAD.

6.2.1.2 Anàlisi dels viatges en Tot Terreny

Per analitzar si un taxista estarà d'acord o no a realitzar el TAD s'ha d'avaluar el cost d'oportunitat. Aquest cost vindrà donat a partir dels trajectes que es fan en 4x4.

El cost d'un d'aquests trajectes és de 150 euros mig dia i 300 euros la jornada completa. Els quilòmetres que es fan són d'entre 100 i 200 quilòmetres, tot i que la majoria de les rutes sobrepassen de molt poc els cent.

El TAD es fa en mig dia, és a dir, es passen a recollir els passatgers al matí i se'ls retorna als pobles d'origen al migdia.

Com ja s'ha comentat, per fer l'anàlisi és farà en un sentit, doncs per comparar amb els viatges en 4x4, és farà, també, amb la meitat del cost dels viatges de mig dia. El cost serà de 75 euros per anada d'un trajecte que tindrà de durada la meitat del dia.

Se suposa que cada cop que algun usuari demani el TAD pot sorgir l'oportunitat de fer un viatge amb Tot Terreny. Doncs existirà sempre un cost d'oportunitat quan es faci un transport de passatgers del TAD.

6.2.2 Anàlisi diari del Cost d'oportunitat

6.2.2.1 TAD actual

El Transport a la Demanda actual es realitza a través de quatre taxistes, un per cadascuna de les quatre rutes.

El contracte que ofereix el Consell Comarcal als taxistes per realitzar el Transport a la demanda és de 4 anys de durada (informació facilitada per un dels taxistes).

En concepte de pagaments, el Consell Comarcal ofereix al taxista una quota fixa per viatge que faci, és a dir, si un dia hi ha una sol·licitud en la ruta del taxista, aquest rebrà l'import total com si hagués fet la ruta sencera, tots els quilòmetres.

En la taula següent es mostra l'import de cadascuna de les rutes en l'any 2006 (Dades facilitades pel Consell Comarcal):

Rutes TAD actual	Km	Import per ruta total	Import + 7% IVA	Cost del quilòmetre
1	180	98,41	105,30	0,59
2	128	69,99	74,88	0,59
3	128	69,99	74,88	0,59
4	96	52,49	56,16	0,59

Taula 20: Import de la ruta i cost del quilòmetre. Any 2006. (Informació del Consell Comarcal)

Els quilòmetres de la taula corresponen als que hi ha en el trajecte d'anada i tornada. Aquests, tot i així, no són iguals que els que s'esmenten en aquesta tesina, ja que primerament, alguna de les rutes del Consell Comarcal tenen diferents destins, La Pobla de Segur i Tremp, ciutat que es troba a 12 quilòmetres del primer poble, l'estudi que es realitza aquí, totes les rutes tenen un mateix destí, La Pobla de Segur, i segon, els quilòmetres que es faciliten pel Consell Comarcal són totals, doncs no hi ha els quilòmetres entre poble i poble. Per realitzar els estudis són necessaris els quilòmetres entre pobles, aquests s'han obtingut a través de la web de la Generalitat de Catalunya. Per tant els quilòmetres, tot i que haurien de ser iguals en els dos casos, poden diferir depenent de la font d'informació.

Un aspecte que cal remarcar és que el preu del quilòmetre és més elevat que el preu del 2007 establert per l'Associació Provincial d'Auto-Taxi de Lleida. Aquest és de 0,54 euros impostos inclosos, (Annex 4).

En aquest estudi s'avaluarà el cost d'oportunitat que comporta el TAD actual amb el cost del quilòmetre de l'any 2007.

Els quilòmetres pels quals cobrarà el taxista per una ruta tant si va a tots els pobles com si només en va a un, seran els quilòmetres de tota la ruta, íntegrament

Per tant el cost d'oportunitat per cada taxista serà un nombre constant. Aquest vindrà donat per:

$$CO_i = 2 L_i \cdot 0,54 - 75 \quad [25]$$

on i es la ruta per la que es calcula el Cost d'oportunitat. Els quilòmetres són doblats perquè el taxista representa, com ja s'ha comentat, que per anar a buscar els usuaris en el poble d'origen i portar-los al poble de destí, té el punt de partida el poble de destí. Doncs va del poble de destí, als pobles dels usuaris i torna al poble de destí per fer el viatge d'anada dels usuaris.

El total del Cost d'oportunitat de tots els taxistes serà:

Rutes	TAD actual	Tot Terreny	Cost Oportunitat Global
	Ingressos per dia (anar)	Ingressos per dia (anar)	
Ruta 1	56,92	75	-18,08
Ruta 2	32,29	75	-42,71
Ruta 3	27,43	75	-47,57
Ruta 4	29,38	75	-45,62
TOTAL			-153,98

Taula 21: Cost d'oportunitat Global del TAD actual

6.2.2.2 TAD modificat

Per calcular el cost d'oportunitat del TAD modificat és farà a partir dels quilòmetres de trajecte que faci cada taxista per anar a buscar els usuaris del servei.

De la mateixa manera que en el TAD actual, el taxista se suposarà que té el punt de partida al poble de destí, La Pobla de Segur, llavors tots els quilòmetres que faci seran multiplicats pel preu per quilòmetre aprovat per la Generalitat, 0,54 euros el quilòmetre.

La major diferència entre el TAD actual i el TAD modificat en el plantejament del cost d'oportunitat és que en el primer es compatibilitzen tots els quilòmetres que té una ruta, tant si es va com si no en un poble i en el segon, només es tenen en compte els quilòmetres que realment fa el taxista, és a dir, que si no va a un poble, els quilòmetres no s'inclouran al recompte.

El cost d'oportunitat en aquest cas també vindrà donat pels ingressos del TAD menys els ingressos del 4x4. Això sí, si per recollir tots els usuaris només són necessaris 2 taxis, només es tindrà en compte el CO d'aquests dos, si pel contrari es necessiten quatre taxis, llavors el CO serà dels quatre.

Per realitzar una aproximació matemàtica d'aquest paràmetre es farà una simulació com la que s'ha fet per determinar la variació de temps de recorregut dels usuaris però en aquest cas, la simulació es farà en quilòmetres en funció dels usuaris.

Per analitzar matemàticament la funció, els quilòmetres serà la suma de tots els que facin els taxistes depenen del nombre d'usuaris.

Del global dels quilòmetres realitzats en funció dels usuaris que sol·licitin el TAD, sempre respectant les condicions anteriors, s'obté el gràfic següent:

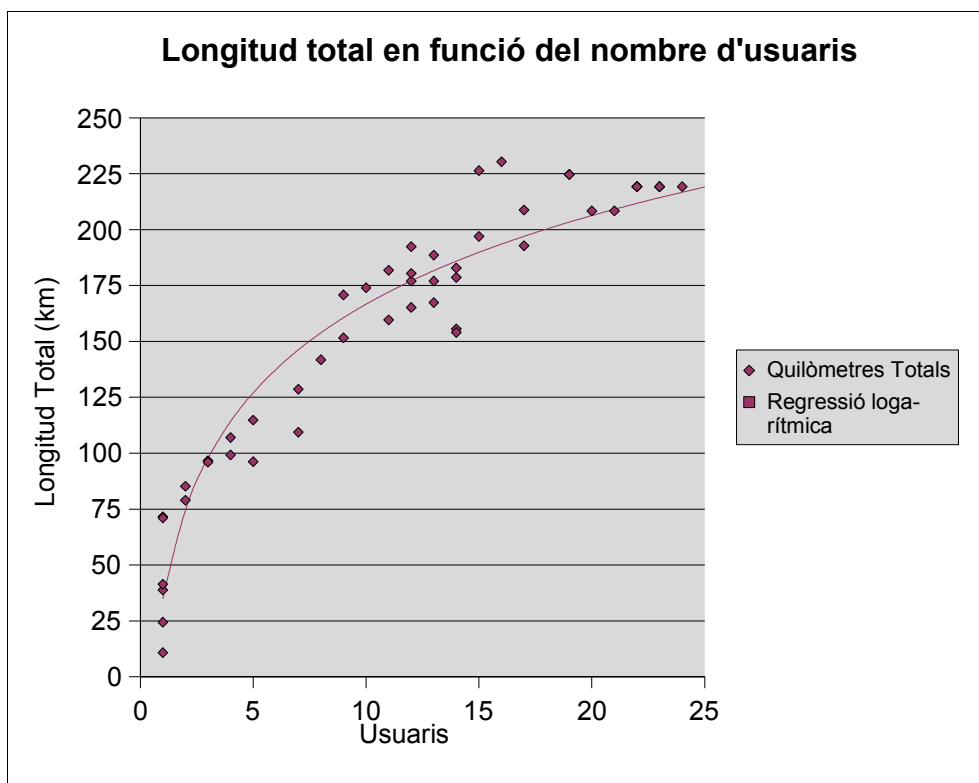


Fig 17 : Quilòmetres totals en funció del nombre d'usuaris que sol·liciten el servei

S'observa com a mesura que s'augmenta la demanda del TAD augmenta la suma dels quilòmetres que haurà de fer els taxistes.

L'expressió matemàtica de la regressió és la següent:

$$L = 57,232 \ln U + 34,852 \quad [26]$$

amb

$$R^2 = 0,9298$$

Suposant que quan existeix un transport de passatgers amb el servei del TAD existeix una demanda de viatge amb Tot terreny, el cost d'oportunitat a partir de l'equació logarítmica 26, depenen del nombre d'usuaris vindrà donat per:

$$CO = 0,54 L(U) - 75 Tx(U) \quad [27]$$

on els taxis (T_x) en funció del nombre d'usuaris, serà el quocient dels passatgers totals que sol·licitin el servei entre set que són les places de cada taxi.

La representació gràfica es troba en la figura següent:

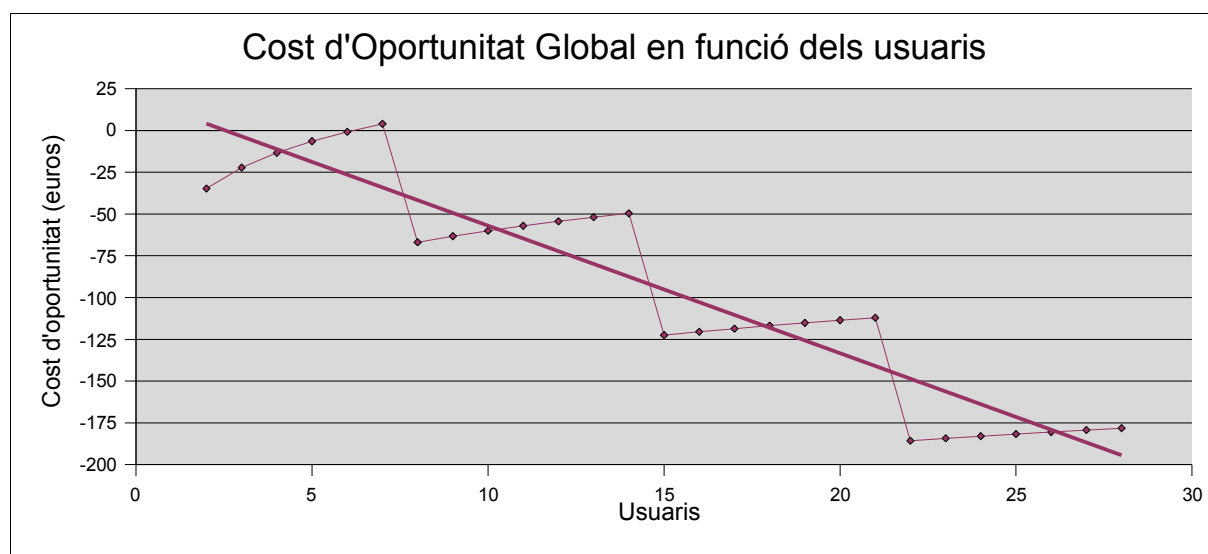


Fig 18: Cost d'oportunitat Global en funció del nombre d'usuaris

Com es pot veure en el gràfic de la figura, el cost d'oportunitat és escalonat, en total té 4 escales que representen els 4 taxis de les quatre rutes actuals. Aquestes escales creixen a mesura que augmenta el nombre d'usuaris, ja que com més usuaris, més quilòmetres, més ingressos i menys cost d'oportunitat comparant amb els viatges amb Tot terreny. Quan passa a haver-hi més taxis, el CO augmenta uns 75 euros, tot i que seguidament disminueix.

La línia de tendència del cost d'oportunitat és lineal i augmenta amb el nombre d'usuaris, tal i com es pot observar en el gràfic.

Un fet destacat és que el Cost d'oportunitat és negatiu. Doncs per un taxista, si ha d'optar entre escollir si realitzar un viatge del TAD o un de 4x4, escollirà aquest últim perquè li suposarà uns ingressos majors.

6.2.2.3 TAD actual vs. TAD modificat

A partir dels resultats obtinguts anteriorment es compara el cost d'oportunitat del TAD actual i del modificat.

El cost que s'ha de comparar és un cost diari suposant que per cada sol·licitud del TAD n'hi hagi una de Tot Terreny.

S'observa com la diferència dels CO és elevada si el nombre d'usuaris és petit, en canvi quan augmenta la demanda del TAD, la diferència del Cost d'oportunitat entre les dos variacions de TAD tendeix a disminuir. A partir de la utilització d'un quart taxi, el CO del TAD modificat és més elevat que el de l'actual.

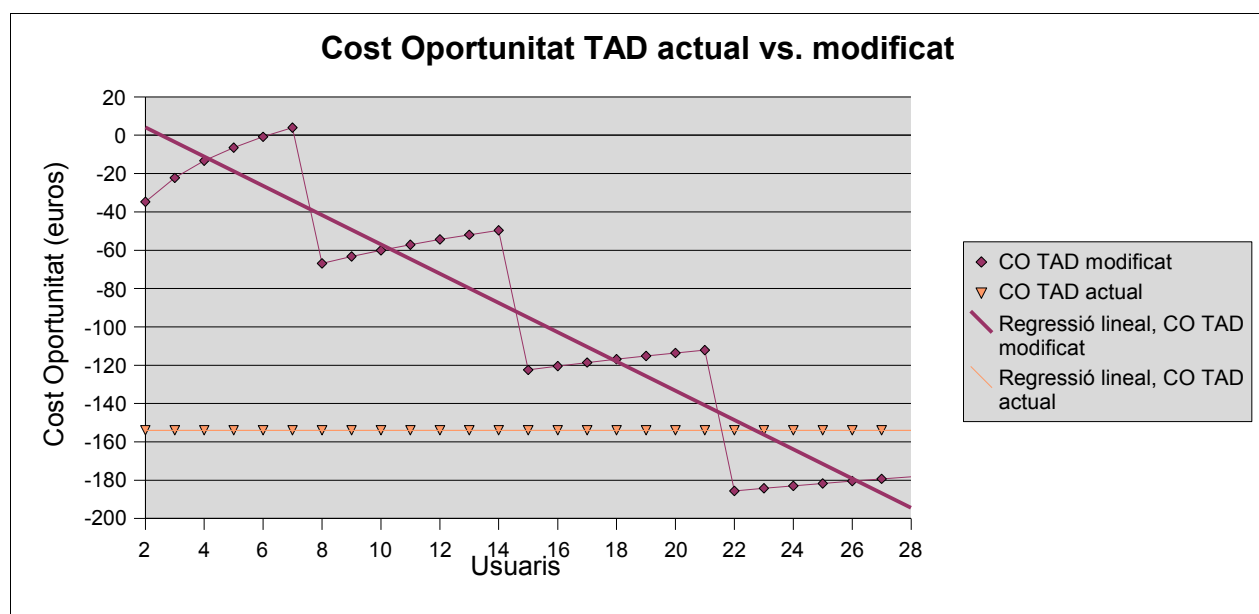


Fig 19: Comparativa del Cost d'oportunitat del TAD actual amb el modificat

Tot i així, un taxista si mira el Cost d'oportunitat diari no estaria disposat a tancar un compromís de quatre anys amb el Consell Comarcal per realitzar el TAD.

En el TAD actual, com ja s'ha comentat, el contracte és de quatre anys per els quatre taxistes de les rutes. En el TAD modificat, no es pot fer un contracte amb quatre taxistes, ja que el nombre de taxis serà funció del nombre d'usuaris que sol·licitin el servei.

Les taules següents mostren el nombre de viatgers, viatges realitzats i viatgers per viatge per cada mes i ruta.

Rutes	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
Ruta 1	0	5	11	12	6	10	18	19	13	12	10	3
Ruta 2	1	0	1	2	3	2	1	1	1	0	1	3
Ruta 3	0	0	0	0	0	4	8	9	0	0	0	0
Ruta 4	1	1	2	0	3	2	4	8	6	1	4	6

Taula 22: Viatgers per ruta i mes. Any 2006 (Font: Consell Comarcal del Pallars Jussà)

Rutes	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
Ruta 1	0	2	2	4	2	3	4	5	4	3	4	1
Ruta 2	1	0	1	1	2	1	1	2	2	0	1	2
Ruta 3	0	0	0	0	0	2	4	3	0	0	0	0
Ruta 4	1	1	2	0	2	2	4	7	4	1	3	6

Taula 23: Viatges per ruta i mes. Any 2006 (Font: Consell Comarcal del Pallars Jussà)

Rutes	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
Ruta 1	0	3	6	3	3	4	5	4	4	4	3	3
Ruta 2	1	0	1	2	2	2	1	1	1	0	1	2
Ruta 3	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	0	0
Ruta 4	1	1	1	0	2	1	1	2	2	1	2	1
TOTAL	2	4	8	5	7	9	9	10	7	5	6	6

Taula 24: Viatgers per viatge per ruta i mes. Any 2006

Si es mira el total d'usuaris que van sol·licitar el Transport a la demanda l'any 2006, i alhora el nombre de trajectes mensuals fets pels taxistes, i es calcula el quocient dels viatgers per viatge de cada ruta i cada mes, es veu com en tots els mesos i en cada ruta el nombre de passatgers per taxi és inferior a set, el màxim d'ocupació d'un taxi.

Igualment, si es suposa el pitjor cas que seria la suma de tots els passatgers per viatge de totes les rutes per cada mes, en vuit mesos només seria necessari un sol vehicle per fer el transport. Els restants serien necessaris dos taxistes.

Per tant mirant el gràfic de la Figura 19 es veu com el cost d'oportunitat global diari, si com a màxim s'utilitza dos taxis, és més favorable pel taxista el TAD modificat que el TAD actual, tot i que li resulti més econòmic realitzar viatges en Tot terreny.

6.2.3 Anàlisi anual del Cost d'oportunitat

Fins ara s'ha analitzat el cost d'oportunitat diari suposant que quan existeixi una demanda del TAD també n'hi hagi una amb Tot Terreny.

S'ha d'analitzar també, el cost d'oportunitat anual del TAD. S'avaluarà de la mateixa manera que diàriament, comparant els viatges del TAD amb els de 4x4.

A partir de les dades de l'any 2006 facilitades pel Consell Comarcal i pels taxistes, comentades anteriorment, els viatges anuals que es realitzen amb el TAD per cada ruta es troben en la Taula 23 i els viatges que es realitzen anualment entre setmana en Tot terreny són de 10 a 15. S'escollirà per realitzar l'anàlisi anual el de 15 viatges en 4x4.

6.2.3.1 TAD actual

S'ha vist que en un anàlisi diari, tant en el TAD actual com en el modificat, és més rentable pel taxista realitzar viatges en 4x4 que no acceptar un contracte del Consell Comarcal per fer el TAD, doncs en els dos tipus de Transport a la demanda tractats els resultats són negatius.

Si s'observa el Cost d'oportunitat del TAD actual, anualment, suposant el nombre de viatges tant per el TAD com en Tot Terreny, i que els ingressos d'aquest venen donats per l'equació 27s s'obté els resultats de la taula següent:

Rutes	TAD actual		Tot Terreny		Cost Oportunitat anual
	Ingressos per dia (anar)	Viatges anuals	Ingressos per dia (anar)	Viatges anuals	
Ruta 1	56,92	34	75	15	810,14
Ruta 2	32,29	14	75	15	-672,91
Ruta 3	27,43	9	75	15	-878,11
Ruta 4	29,38	33	75	15	-155,59

Taula 25: Cost d'oportunitat anual suposant expedicions de l'any 2006 del TAD actual

Es comprova que anualment l'única ruta rentable del TAD actual és la Ruta 1, en canvi les altres, al taxista li és econòmicament millor no fer viatges del TAD sinó en 4x4.

6.2.3.2 TAD modificat

De la mateixa manera que s'ha fet en el TAD actual, en el modificat s'ha d'analitzar si el cost d'oportunitat anual que recaurà en el taxista realitzant viatges del Transport a la demanda li és favorable o no.

Degut a que el nombre de viatges que es realitzen en TAD no són iguals que els que es realitzen amb 4x4 i no es disposa de la informació suficient tant per part del Consell Comarcal com dels taxistes, s'utilitzarà els resultats dels usuaris per viatges de la Taula 27.

Tot i que les dades que es mostren en les taules són de l'any 2006, continuen sent vigents pel 2007, ja que després de parlar amb els Taxistes, el nombre de viatges realitzats i el de passatger que utilitzen el TAD són pràcticament iguals i fins i tot amb una lleugera disminució respecte les dades d'anys anteriors.

A partir de les taules esmentada anteriorment es pot definir quants taxistes s'haurien de disposar si en ves del TAD actual es realitzés el TAD modificat.

Donat que el nombre de passatgers per dia no supera els 14 usuaris, és a dir, d'utilització de més de 2 taxis, es suposarà que almenys dues vegades es necessiten tres taxis i dues vegades més quatre taxistes.

Llavors, el nombre de viatges anuals pels taxis necessaris seran:

Nombre de taxis	Viatges anuals
1	27
2	14
3	2
4	2

Taula 26: Viatges anuals depenen dels taxis necessaris

A partir dels quilòmetres que resultaran de l'equació 26 en funció dels usuaris, s'obtindrà el cost d'oportunitat anual global dels taxistes si realitzen el TAD modificat.

$$CO_{TAD\ modif.\ anual} = 0,54 \cdot L(U) \cdot V_{Aj} - 75 \cdot 15 \cdot N_{Tj} \quad [28]$$

on

- $V_{A(U)}$: viatges anuals en funció dels usuaris
- $N_{T(U)}$: Flota de taxis necessaris en funció dels usuaris

El resultat d'aplicar l'equació es mostra en el gràfic de la següent figura:

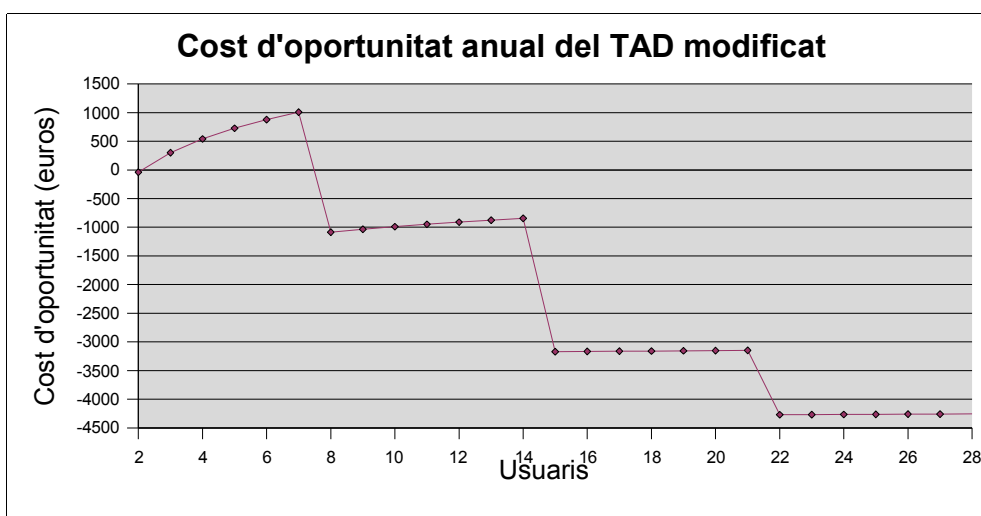


Fig 20: Cost d'oportunitat anual del TAD modificat

Tal i com s'observa, si sols s'utilitza un taxi per realitzar el TAD, el cost d'oportunitat és positiu, doncs al taxista li resultarà més econòmic anualment realitzar el TAD que viatges en tot terreny. En canvi, a partir de vuit usuaris que sol·licitin el servei, es necessitaran dos taxis com a mínim, el CO augmenta globalment de forma negativa, és a dir, serà econòmicament més rentable pel taxista realitzar els viatges amb 4x4.

6.2.4 El Cost d'oportunitat: possibles millores sobre els taxistes

Analitzant en més deteniment i com ja s'ha comentat, la majoria de viatges per donar servei a tots els usuaris que sol·liciten el TAD es pot fer a través d'un sol taxi.

En el TAD actual se n'utilitzen quatre, doncs és un cost que alhora és elevat pel promotor, el Consell Comarcal, com pel propi taxista que deixa de realitzar altres activitats que li serien més favorables econòmicament.

Si es parla dels resultats anuals del TAD actual, l'única ruta factible pel taxista és la Ruta 1.

Com s'ha dit, el contracte dels taxistes amb el Consell Comarcal és de quatre anys fet que al taxista no li permet una mobilitat per fer diferents activitats. Si el taxista firma el contracte de la Ruta 1, aquest estarà satisfet, anualment, de l'elecció. En canvi no es pot dir el mateix de les altres Rutes.

Perquè els taxistes estiguin satisfets i vulguin realitzar el Transport a la demanda en el TAD actual, la solució més desfavorable serà si aquest realitza una valoració diària.

El que es proposa en el TAD modificat és que els taxis que s'utilitzin vagin en funció del nombre d'usuaris que demanen el servei, afavorint la no dependència dels taxistes.

Si en aquest cas, en ves de contractar a quatre professionals del transport, només se'n sol·licita un, quant els nombre d'usuaris és igual o inferior a set, el cost d'oportunitat anual global, li serà favorable.

Per acabar de cobrir les necessitats dels usuaris, es pot contractar temporalment els taxistes necessaris depenent de la demanda. L'anàlisi que farà el taxista quan se'l contracti temporalment, com pot ser per un dia, serà el cost d'oportunitat diari.

El cost d'oportunitat diari del TAD modificat, és negatiu, doncs no li es rentable al taxista realitzar el TAD. Perquè aquest estigui disposat a acceptar en un dia qualsevol una oferta de realització del TAD, el cost d'oportunitat ha de ser positiu.

Per aconseguir que el CO diari del TAD modificat sigui positiu, es pot utilitzar el preu d'espera que especifica l'Associació Provincial d'Auto-Taxi de Lleida. Aquest preu per hora és de **14,72 euros**. Es parla del terme espera ja que un taxista quan porti els usuaris dels pobles d'origen al de destí, aquest s'haurà d'esperar unes hores per tornar-los a portar al poble d'origen.

Com a referència s'agafarà l'horari del dia de mercat del poble de destí, La Pobla de Segur. Aquest dia és dimecres. Igualment, a partir de la informació proporcionada pel Consell Comarcal, en el TAD els habitants dels pobles de totes les rutes tenen la possibilitat de demanar aquest dia per fer el trajecte fins al poble de destí. Els horaris actuals depenen del taxista. Aquest depenent de si fa transport escolar o no. Seguidament es presenten els horaris dels viatges de cada ruta del TAD actual:

Rutes	Horari		Diferència
	Anada	Tornada	
Ruta 1	08:10	13:00	04:50
Ruta 2	10:00	13:00	03:00
Ruta 3	10:00	15:00	05:00
Ruta 4	09:30	13:00	03:30
Mitja			04:10

Taula 27: Horari de les diferents rutes del TAD actual

Els horaris de la taula anterior són els que per anar es comença a recollir el primer usuari i el de tornar l'hora en que se surt del poble de destí cap als pobles d'origen dels usuaris.

Els càlculs que s'han realitzat anteriorment tant del TAD actual com del modificat són en un sentit. Doncs per calcular el cost del temps d'espera serà la meitat del temps d'espera total.

S'ha calculat el Cost d'oportunitat per diferents temps d'espera. Els resultats es presenten en el gràfic de la figura següent:

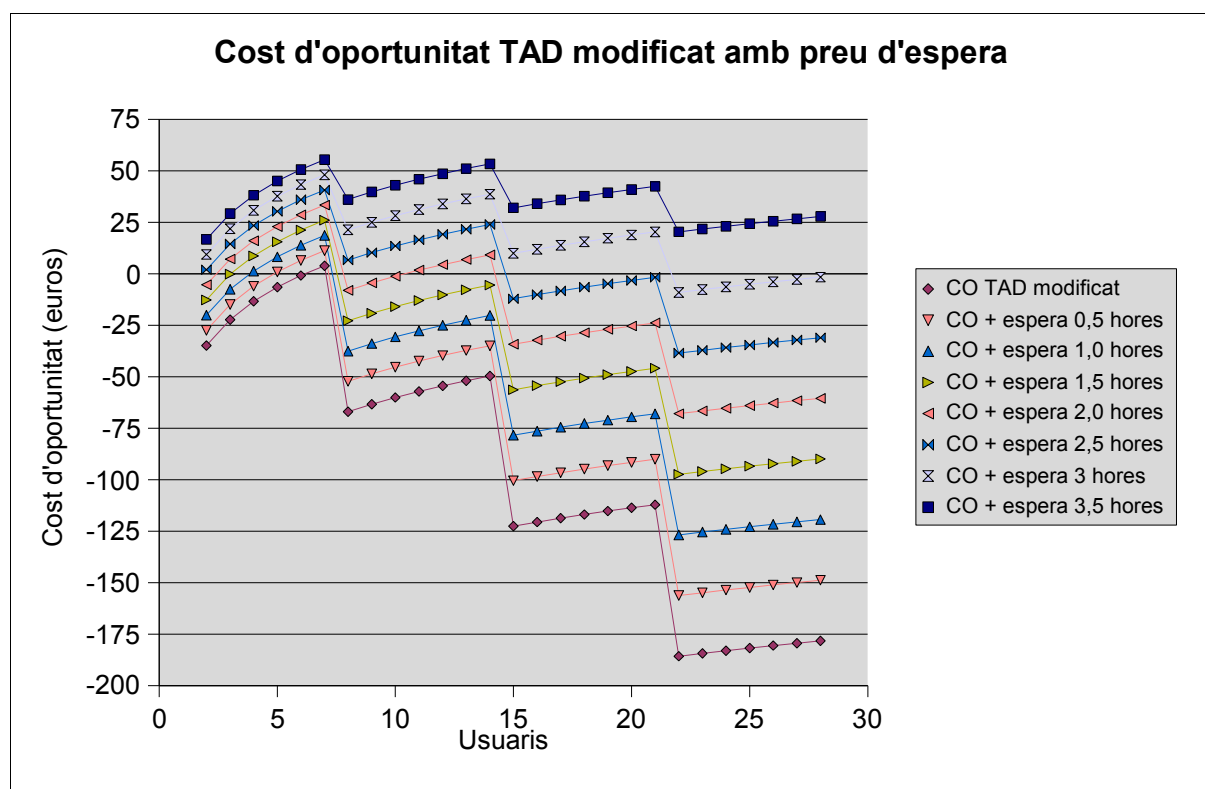


Fig 21: Cost d'oportunitat del TAD modificat amb diferents temps d'espera

Com es pot observar, a partir de la inclusió al cost d'oportunitat del TAD modificat uns ingressos addicionals de temps d'espera igual a dues hores, pràcticament, si sol es necessita un taxista, a aquest li és més econòmic realitzar el TAD que viatges en 4x4, doncs acceptarà la proposta del Consell Comarcal.

Si pel contrari es necessita dos taxistes, perquè globalment el CO dels dos sigui positiu el Consell Comarcal haurà de pagar un temps d'espera de dues hores i mitja per cada taxista.

Així successivament fins a les tres hores i mitja, en que el CO global serà positiu per tots els taxistes.

Per compensar el cost d'oportunitat negatiu del TAD actual s'utilitzarà el preu de l'hora d'espera, com en el TAD actual, en una valoració diària. Per les diferents rutes s'aplicarà diferents temps d'espera. La taula següent engloba el cost d'oportunitat del TAD actual de les diferents rutes i aquest import se li sumarà l'import de diferents temps d'espera.

Rutes (€)	Cost Oportunitat (€)	Temps d'espera (hores)						
		0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
Ruta 1	-18,08	-10,72	-3,36	4	11,36	18,72	26,08	33,44
Ruta 2	-42,71	-35,35	-27,99	-20,63	-13,27	-5,91	1,45	8,81
Ruta 3	-47,57	-40,21	-32,85	-25,49	-18,13	-10,77	-3,41	3,95
Ruta 4	-45,62	-38,26	-30,9	-23,54	-16,18	-8,82	-1,46	5,9
TOTAL	-153,98	-124,54	-95,1	-65,66	-36,22	-6,78	22,66	52,1

Taula 28: Adició del temps d'espera en el cost d'oportunitat del TAD actual en euros

Com s'observa, en la Ruta 1, el temps en cost que s'ha de pagar al taxista perquè el cost

d'oportunitat sigui positiu, és a dir, que per al taxista li sigui més econòmic realitzar el TAD que no viatges en Tot terreny és d'una hora i mitja.

Per la Ruta 2, el cost d'oportunitat serà positiu a partir de les tres hores, i pel reste de rutes a partir de les tres hores i mitja.

6.3 Avaluació de les variables pel promotor

Després d'haver definit i analitzat les variables que afecten tant a l'usuari i al taxista per poder decidir si sol·liciten o realitzen el servei respectivament, és hora de definir tant el preu del viatge com el cost que li suposarà al promotor realitzar el servei del Transport a la demanda.

6.3.1 Hipòtesis

6.3.1.1 Costos socials i costos econòmics

Un dels aspectes que ha de tenir en compte el promotor d'un servei de transport quan el fica en servei és avaluar si socialment, aquest servei serà viable o pel contrari la població no escollirà sol·licitar el TAD com a possible mitjà de transport.

Alhora, també ha d'analitzar si les persones que faran el transport dels passatgers estan d'acord en fer-lo o els hi serà més rentable alguna altra opció.

Per calcular els costos socials, doncs es tindrà en compte el cost de la variació de temps de viatge dels usuaris i el cost d'oportunitat del taxista.

Aquest cost es realitzarà pels dos TAD's diferents, l'actual i el modificat.

$$CS = C_{\Delta T_{usuari}} + CO_{taxista} \quad [29]$$

Tot i que se suma dos costos que no influeixen un respecte l'altre, ja que el cost que suposarà al taxista no farà que augmenti o disminueixi el nombre de passatgers, si existeixen més passatgers el cost d'oportunitat del total dels taxistes augmentarà, tant positivament o negativament, depenent de l'import que rebin per un viatge.

Paral·lelament, s'haurà d'analitzar el cost econòmic del servei. Aquest vindrà donat pel nombre de passatgers que sol·licitaran el servei del TAD en la versió del TAD modificat. En canvi en l'actual, aquest import serà més o menys constant.

El cost econòmic que li suposarà al promotor l'establiment del Transport a la demanda al Pallars Jussà vindrà donat pels ingressos del que pagarà el viatger per utilitzar el servei, menys el cost que suposarà pel pagament dels taxistes.

$$CE = Ingressos - costos \quad [30]$$

Si aquest valor és negatiu, existirà un dèficit econòmic. Aquest s'haurà de solucionar amb l'aportació de subvencions o ajudes per part dels organismes oficials, tant autonòmics, estatals, com europeus.

Per analitzar cadascuna de les equacions anteriors i fer una valoració es farà de la mateixa manera que en tota la tesina, avaluant el TAD actual i el TAD modificat i fent comparatives.

6.3.2 Anàlisi dels costos socials

6.3.2.1 Cost de la variació de temps (usuaris)

El cost que afectarà als viatgers serà la repercussió econòmica de la variació de temps de viatge dels usuaris donat pel producte de les equacions 20, 21 i 22 (variació del temps de viatge), per 9,23 euros (preu del cost de la pèrdua de temps per hora), llavors, el cost de la variació de temps, depenent del nombre d'usuaris que sol·licitin el servei, pel TAD actual i el modificat, fins a 21 usuaris, serà:

$$C_{TAD\ act}=0,38 \ln U - 0,308 \quad [31]$$

$$C_{TAD\ mod}=13,27 U^{-0,8116} \quad [32]$$

A partir de 22 usuaris, el cost serà igual tant per el TAD actual com pel modificat:

$$C_{22\ U}=3,57 \exp(-0,0589 U) \quad [33]$$

6.3.2.2 Cost d'oportunitat (taxistes)

El cost d'oportunitat, com ja s'ha comentat anteriorment, és el que permet a una persona, entitat, decidir si el que realitzarà li serà més profitós que el que deixa de fer.

En el capítol anterior s'ha vist com el taxista perdia diners tant en el TAD actual com en el modificat si en l'import no se li sumava un temps d'espera. El cost d'oportunitat que hauria de tenir en comte el promotor, alhora de pagar el taxista, és el que afavoreix al taxista, i alhora és l'import més baix que haurà de pagar-li.

$$CO = \min(CO_{t\ espera}) \quad [34]$$

on

$$CO \in \mathbb{R} \geq 0 \quad [35]$$

Tot seguit s'analitzarà per el TAD actual i el modificat, quin és l'import que hauria de pagar el Consell Comarcal perquè cap taxista hi surti perdent econòmicament si realitza el Transport a la demanda. Aquest es farà a partir de l'anàlisi diari realitzat en el capítol anterior. Es farà d'aquesta manera perquè la tendència que tindrà el taxista quan se li proposi realitzar el TAD serà fer un anàlisi diari, en el TAD modificat, ja que en aquest, els taxistes es contractaran temporalment a mesura que augmenti el nombre d'usuaris que sol·licitin el servei. Per fer una comparació amb l'actual, degut a que en el modificat s'ha de fer un anàlisi diari, en el primer és procedirà de la

mateixa manera.

6.3.2.2.1 TAD actual

En aquest tipus de TAD, el cost d'oportunitat serà constant, ja que als taxistes se'ls paga per el total de quilòmetres de la ruta, tant si l'han de recórrer tota com si no.

A partir de la Taula 28, es pot definir que per la Ruta 1, el taxista estarà disposat a realitzar el Transport a la demanda si a més dels quilòmetres totals de la ruta, se li paga un suplement de temps d'espera d'una hora i mitja.

En la ruta 2, el suplement ha de ser d'un cost en temps d'espera de tres hores i per les rutes 3 i 4 un suplement de 3 hores i mitja.

El cost d'oportunitat resultant de cada ruta és resumeix en la taula següent:

Rutes	Cost Oportunitat (€)	Temps d'espera (hores)	Cost oportunitat+temps espera (€)
Ruta 1	-18,08	1,5	4
Ruta 2	-42,71	3	1,45
Ruta 3	-47,57	3,5	3,95
Ruta 4	-45,62	3,5	5,9
TOTAL	-153,98	11,5	15,30

Taula 29: Cost d'oportunitat total amb l'adició del temps d'espera

6.3.2.2.2 TAD modificat

D'igual manera com s'ha procedit en el TAD actual, s'obtindrà el cost d'oportunitat del modificat. Respecte l'anterior, l'import dependrà del nombre d'usuaris que sol·licitin el servei del Transport a la demanda, doncs no serà constant.

Fent el mateix raonament que anteriorment, el taxista no acceptarà realitzar un viatge del Transport a la demanda si el cost d'oportunitat no li es favorable. Igualment, el promotor pagarà al taxista el mínim cost perquè aquest últim vulgui fer el TAD.

Observant la Figura 21, si sol és necessari un taxi, el cost d'oportunitat serà positiu quan a més dels quilòmetres pagats, depenen dels usuaris se li pagui al taxista un suplement del cost de dues hores i mitja de temps d'espera. S'ha de remarcar que en aquest cas, no es tindrà en compte els usuaris, sinó el nombre de taxis. Llavors, es prendran els valors del temps d'espera que facin positiva la totalitat de la corba que englobaria els usuaris d'un sol taxi. Passaria el mateix si es necessiten dos taxis per cobrir tota la demanda. El valor del temps d'espera que fa positiva la corba del cost d'oportunitat de dos taxis és el mateix valor que per un taxi. Si es necessitessin tres taxis, el cost temps d'espera seria de tres hores, i per quatre taxistes de tres hores i mitja.

Aquests temps d'espera serien pagats a cadascun dels taxistes en funció del nombre de persones que sol·licitessin el servei i com a conseqüència el nombre de taxis necessaris.

En resum, el temps d'espera dependent dels taxis necessaris es mostra en la figura següent:

Nombre de taxis necessaris	Temps d'espera (hores)
1	2,5
2	2,5
3	3
4	3,5
TOTAL	30,5

Taula 30: Temps d'espera necessari per fer positiu el cost d'oportunitat en el TAD modificat depenent dels taxis necessaris

El gràfic del cost d'oportunitat amb l'adició del cost del temps d'espera depenent dels usuaris que sol·licitin el servei, i com a conseqüència el nombre de taxis necessaris es mostra en la següent figura:

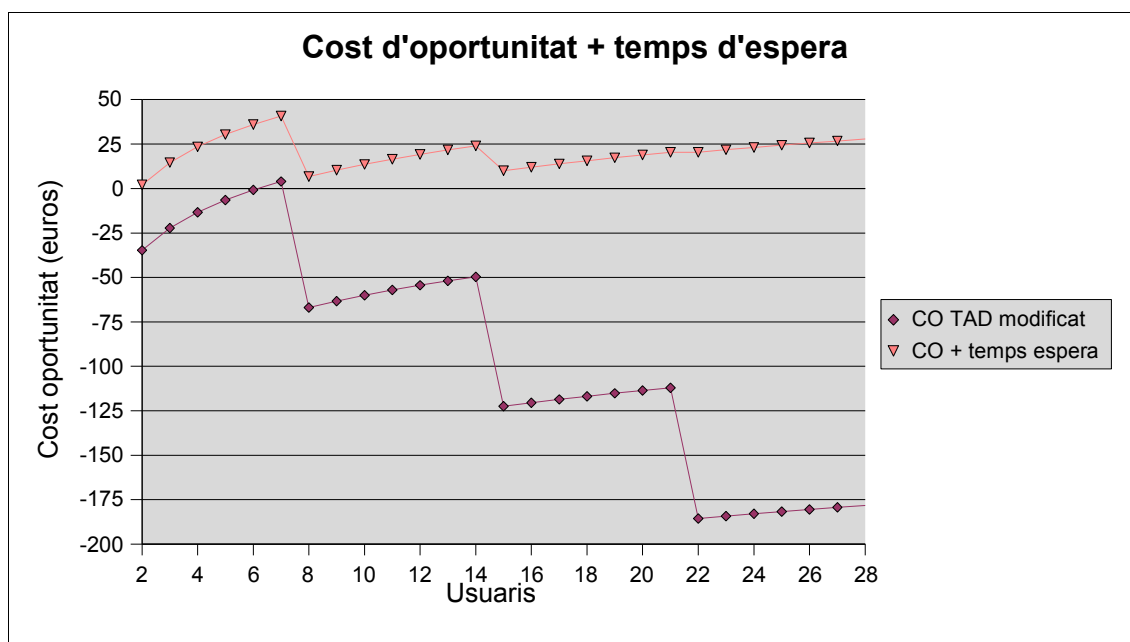


Fig 22: Cost d'oportunitat amb l'adició del cost del temps d'espera depenent del nombre d'usuaris i el temps d'espera

6.3.2.3 Costos socials

Després d'haver analitzat per separat el cost d'oportunitat i el cost de la variació del temps de viatge tant pel TAD actual com pel modificat, és hora d'englobar els dos conceptes per analitzar el cost social. Això es farà a partir de l'equació 29 amb una petita modificació que es comentarà seguidament

Un cost social, es pot definir com profitós o no profitós, De Rus et al. (2006).

En aquest cas, el temps que passa el viatger dins el mitjà de transport és negatiu, ja que aquest en

ves d'anar directe del lloc origen fins al lloc de destí, passarà per altres llocs d'origen fins arribar al lloc final. Això repercutirà en el temps de viatge. L'excedència en aquest temps, serà un factor negatiu a tenir en compte en els costos socials. Doncs el cost de la variació del temps de viatge serà negatiu.

En el cost d'oportunitat, si aquest fos negatiu, és a dir, el taxista sortís perdent realitzant el TAD, en fer el sumatori dels costos socials, també seria negatiu. Tot i això, s'ha decidit, en aquesta tesina, que de cara a que el promotor, el Consell Comarcal, no tingués problemes per trobar taxistes que volguessin realitzar el servei del Transport a la demanda, s'ha optat per augmentar el total a pagar a través del cost del temps d'espera, fent positiu el cost d'oportunitat. Doncs així, aquest serà un paràmetre positiu en els costos socials.

La modificació de l'equació esmentada anteriorment és un canvi de signe:

$$CS = CO - C_{vt} \quad [36]$$

Llavors:

- $CS > 0$; socialment és millor
- $CS < 0$; socialment és pitjor

Com més gran sigui el valor de CS, millor serà per la societat en general.

Un apunt, abans d'analitzar el TAD actual i el modificat, és l'ordre de magnitud.

Per una part, la variació del temps de viatge per part dels usuaris és donada amb euros per persona. En canvi, el cost d'oportunitat en el TAD actual està desglossat entre les diferents rutes. En aquest cas, com que existeixen quatre taxistes que realitzaran les rutes, el total del cost d'oportunitat es dividirà entre aquests quatre, obtenint el cost d'oportunitat mig per persona.

Per el TAD modificat, el cost d'oportunitat és el global dels taxis necessaris depenent del nombre d'usuaris. Doncs, el cost d'oportunitat es dividirà pel nombre de taxistes necessaris en funció del usuaris.

6.3.2.3.1 TAD actual

Utilitzant les equacions donades amb anterioritat del cost de la variació del temps de viatge 31 i 33 i a partir de la Taula 29 del cost d'oportunitat, i després de dividir aquest cost entre quatre taxistes, com s'ha comentat en les línies prèvies, s'obté que el cost social (CS) és:

Fins a 21 usuaris:

$$CS_{TAD\ actual21} = 4,133 - 0,38 \ln(U) \quad [37]$$

A partir de 22 usuaris:

$$CS_{TAD\ actual22} = 3,825 - 3,57 \exp(-0,0589 U) \quad [38]$$

6.3.2.3.2 TAD modificat

Procedint de igual manera que en el TAD actual, i a partir de les equacions del cost de la variació del temps de viatge 32 i 33 i del gràfic de la Figura 22 del cost d'oportunitat, s'obté el gràfic de la figura següent.

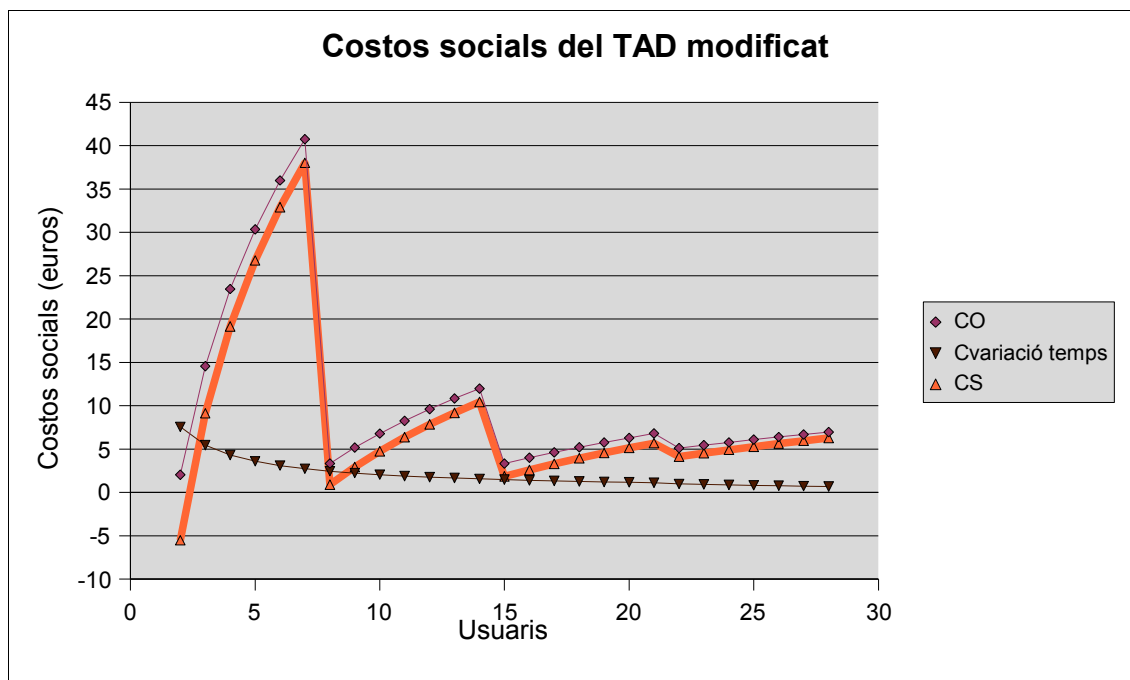


Fig 23: Costos socials del TAD modificat

6.3.2.3.3 Comparació TAD actual vs. TAD modificat

A partir de les equacions anteriors del TAD actual i del gràfic del TAD modificat, es pot fer una comparació entre l'actual i la modificació que es proposa en aquesta tesina.

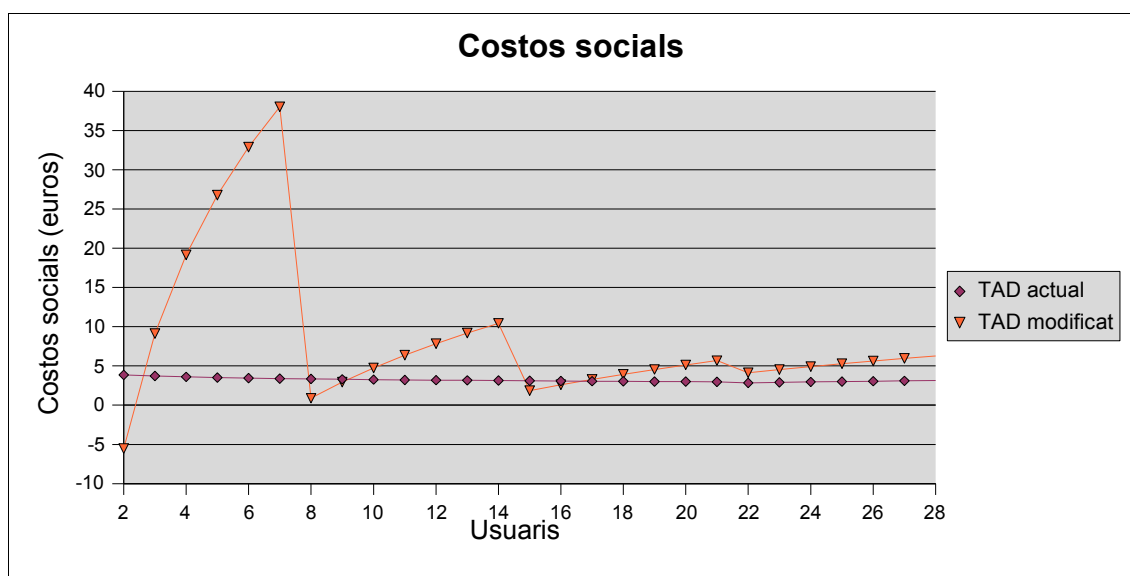


Fig 24: Comparativa dels costos socials entre el TAD actual i el modificat

S'observa com socialment és més favorable el TAD modificat que l'actual. Això és degut a que per compensar el cost d'oportunitat dels taxistes, el nombre d'hores que s'haurien de pagar de temps d'espera són més elevades que en el TAD actual. Tot i així, si com s'ha mostrat amb anterioritat, el nombre de taxis que es necessiten per donar servei al nombre de passatgers que normalment sol·liciten el Transport a la demanda és d'un sol taxi, la diferència del cost social està compresa entre cinc i trenta euros.

6.3.3 Anàlisi dels costos econòmics

Com ja s'ha comentat en els costos socials, el promotor el que vol és que es realitzi el servei amb el mínim cost. La realització del servei dependrà de si el cost d'oportunitat dels taxistes és positiu o no. Per tant, com s'ha fet en l'apartat anterior, a més dels quilòmetres que faci el taxista se li pagarà hores d'espera fins que el cost d'oportunitat sigui positiu. Això sí, seran les mínimes perquè li surti rentable al taxista i vulgui fer el servei del Transport a la demanda.

Com s'ha procedit en l'apartat anterior, i a partir del capítol de l'anàlisi dels taxistes, s'arriba al temps d'espera que el taxista rebrà com a pagament. Aquestes hores es mostren en les taules 28 i 29 del TAD actual i modificat respectivament.

Sense tenir en compte l'enquesta realitzada a la població sobre el preu del viatge per anar i tornar, és farà un anàlisi dels costos que tindrà el promotor a través dels ingressos que obtindrà dels bitllets i les despeses dels pagaments als taxistes. Es farà en el cas del TAD actual i modificat fent una comparació.

Tot seguit a partir de l'enquesta es farà una simulació dels usuaris que utilitzaran el servei en funció del preu del viatge.

6.3.3.1 Ingressos i despeses

A partir de la modificació del Preu del viatge (P_v), s'analitzaran els diferents ingressos en funció

dels usuaris que utilitzin el servei. Llavors els ingressos (I) seran:

$$I = P_v \cdot U \quad [39]$$

Les despeses variaran en funció del nombre de taxistes necessaris en el TAD modificat. En el TAD actual serà constant.

Llavors les despeses (D) vindran donades per el cost d'oportunitat total més l'import dels viatges en Tot terreny.

$$D = CO + 75T_x \quad [40]$$

on

- T_x : taxi

Aplicant aquestes equacions en el TAD actual i modificat, s'obtindrà el cost econòmic (CE) del Transport a la demanda:

$$CE = I - D \quad [41]$$

6.3.3.2 Despeses

6.3.3.2.1 TAD actual

A partir de la Taula 29, que és el cost d'oportunitat diari d'un viatge d'anada més el temps d'espera que se li pagarà al taxista perquè aquest paràmetre no sigui negatiu, s'obtindrà la despesa total diari del viatge d'anada:

Rutes	Cost oportunitat+temps espera (€)	Despeses Totals
Ruta 1	4	79
Ruta 2	1,45	76,45
Ruta 3	3,95	78,95
Ruta 4	5,9	80,9
TOTAL	15,3	315,3

Taula 31: Despeses del TAD actual

Aquestes despeses seran constants, ja que per cada usuari que sol·liciti el servei en diferent ruta, s'haurà de disposar d'un taxi.

6.3.3.2.2 TAD modificat

Procedint de la manera ja especificada, és a dir, sumant al cost d'oportunitat setanta-cinc euros (viatge en Tot terreny) al gràfic del cost d'oportunitat més el temps d'espera, Figura 22, s'obtindrà el gràfic de les despeses del TAD modificat

6.3.3.2.3 Les despeses del TAD

A partir de les despeses del TAD actual i el modificat es pot representar gràficament. Aquestes despeses són les globals, és a dir, els costos que recauran quan es contracti un taxi. En el TAD actual, com ja s'ha comentat, aquestes són constants, en canvi en el TAD modificat, aquestes varien en funció dels usuaris que sol·liciten el servei i com a conseqüència els taxis que s'hauran de contractar per realitzar-lo.

En la figura següent es mostra el gràfic de les despeses del TAD actual i el modificat:

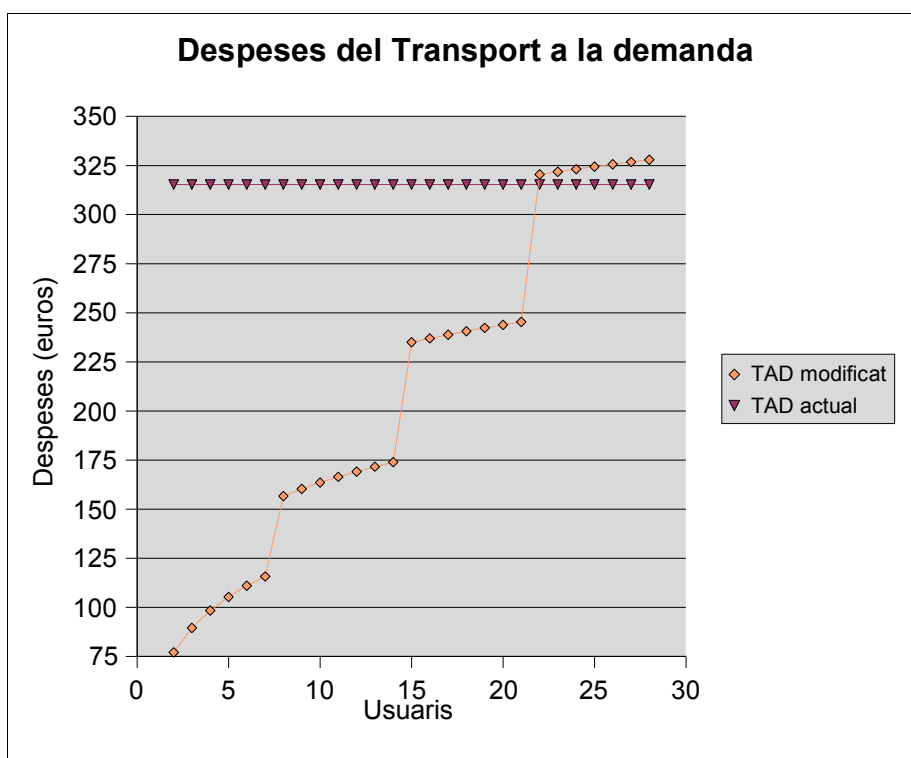


Fig 25: Despeses diàries d'un viatge d'anada del TAD actual i el modificat

Com es pot observar, les despeses en el TAD modificat, són inferiors a les del TAD actual si sols es necessiten tres taxis per realitzar el servei, és a dir, hauran sol·licitat el Transport a la demanda com a molt vint-i-una persones.

En canvi, quan es necessiten quatre taxis, això passarà quan existeixi una demanda del servei de com a mínim vint-i-dues persones, les despeses del TAD actual són inferiors que en el modificat, tot i que la diferència sigui com a màxim de quinze euros.

Doncs, tot i que quan es necessitin quatre taxis, les despeses són més elevades en el TAD modificat, com ja s'ha vist i comentat, la majoria de vegades, per cobrir el servei sols se'n necessita un, fet que ja compensaria la diferència si alguna de les vegades se'n necessités quatre.

Igualment, es pot comparar les despeses per usuari de cada model simulat:

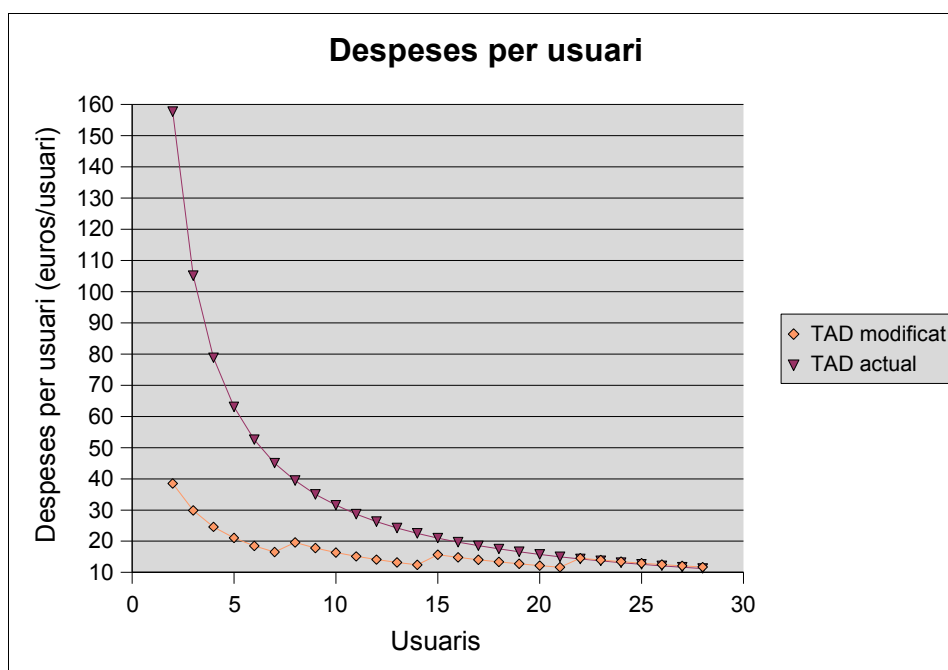


Fig. 26: Despeses per usuari del TAD actual i el TAD modificat

Comparant les despeses per usuari, s'observa que pel TAD actual, si hi ha poques sol·licituds, la despesa que comporta fer un desplaçament és molt alta. En canvi pel TAD modificat és, per una demanda baixa, de gairebé quatre vegades la despesa per usuari del TAD actual. A mesura que augmenta el nombre d'usuaris, la despesa disminueix pel TAD actual fins igualar-se amb el modificat a partir dels 22 usuaris.

Despeses anuals

Després de calcular les despeses diàries d'un viatge d'anada, és pot calcular les anuals, també d'un viatge d'anada.

El nombre de viatges per el que es calcularà anualment les despeses del TAD actual és troben en la taula (taula del capítol dels taxistes on hi ha el nombre de viatges del TAD actual i el cost d'oportunitat). Llavors, s'obtindrà com a despeses anuals:

Rutes	Despeses	Nombre de viatges anuals	Total anual
Ruta 1	79,00	34	2.685,86
Ruta 2	76,45	14	1.070,33
Ruta 3	78,95	9	710,57
Ruta 4	80,90	33	2.669,57
TOTAL			7.136,33

Taula 32: Despeses anuals d'un viatge d'anada del TAD actual en euros

Procedint de igual manera que anteriorment i utilitzant les hipòtesis del capítol anterior, s'obtindran les despeses anuals del TAD modificat. El nombre de viatges que es faran anualment en funció del nombre de taxis necessaris es troba en la Taula 26.

En el TAD modificat, les dades per obtenir l'import anual de les despeses estan donades en euros en funció del nombre d'usuaris que hagi sol·licitat el servei. El cas més desfavorable serà quan per un mateix nombre d'usuaris, és facin tots els viatges que es mencionen en la taula comentada anteriorment, tot i que donarà un import molt elevat.

Llavors el cas més desfavorable de tots del TAD modificat, serà quan per cada viatge, hi hagi el nombre màxim d'usuaris que pot transportar un taxi

Seguidament, es representa gràficament les despeses anuals del Transport a la demanda actual i modificat en funció del nombre d'usuaris.

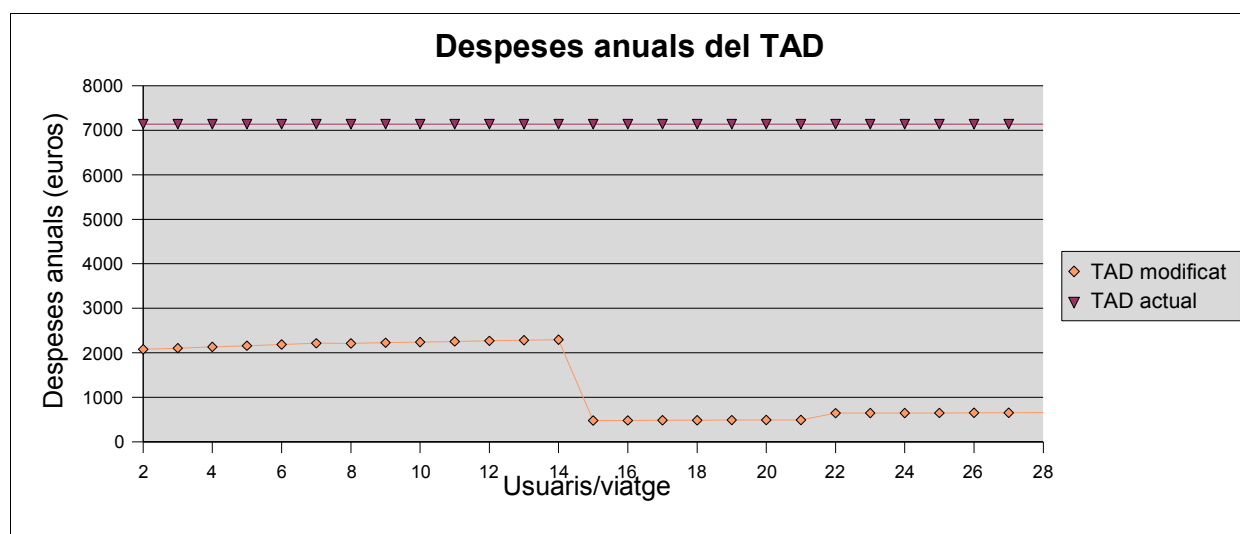


Fig 27: Despeses anuals dels viatges d'anada del TAD en euros

Com s'observa, la diferència entre el TAD actual i el modificat és considerable, en funció del usuari. En la taula següent, es mostra el cost total més desfavorable del TAD modificat suposant que per cada viatge que es faci en un taxi es farà totalment ple:

Passatgers	Nombre viatges	Import
7	27	2214
14	14	2296
21	2	492
28	2	656
TOTAL (euros)		5658

Taula 33: Import total anual del TAD actual

En el TAD actual el cost serà constant. Hi pot haver dies que només s'utilitzi un taxi, però com s'ha vist, en la major part de vegades, normalment, existeix almenys un usuari per cada ruta, doncs es necessita un taxi per cadascuna, quatre taxis.

Per contra en el TAD modificat, en la major part de viatges s'utilitzaran dos taxis, llavors l'import és més elevat que quan s'hagi d'utilitzar tres i quatre taxis, doncs el nombre de viatges que existirà una

demanda de més de catorze i vint-i-una persones és molt baix.

6.3.3.3 Ingressos

Els ingressos del Transport a la demanda se suposarà que són independents a la metodologia utilitzada per realitzar el servei, doncs no importa que es tracti del TAD actual o el modificat. Tot i això, es podria observar si una variació del temps afectaria al comportament de la demanda del servei per part dels usuaris.

El que si que dependrà en els ingressos, en aquesta tesina, és el nombre de persones que sol·licitin el servei. Un dels factors que influirà a aquest a utilitzar o no el Transport a la demanda, és el preu del bitllet del viatge.

6.3.3.3.1 Demanda del servei en funció del preu del viatge

Com ja s'ha comentat, s'ha realitzat una enquesta a la població del Pallars Jussà per analitzar la corba de demanda que existeix en funció del preu del servei.

S'analitzarà, per tant, el nombre de persones que estarien disposades a pagar un preu per un servei de TAD d'anada i tornada.

Les possibles opcions de resposta van ser de diferents intervals de preus. Aquests intervals són: menys de tres, entre aquest i cinc, cinc i deu i majors d'aquest preu.

S'ha agafat com a referència els tres euros perquè actualment en el TAD el cost d'anar i tornar d'un viatge utilitzant el servei és aquest.

Tot i que en l'enquesta les possibles respostes eren en intervals, per fer una valoració i una representació gràfica s'ha tingut en compte el valor més gran de l'interval, és a dir, tres, cinc, deu i tretze euros, amb un resultat de 28, 20, 2 i 0 persones respectivament. La representació gràfica és troba en la figura següent:

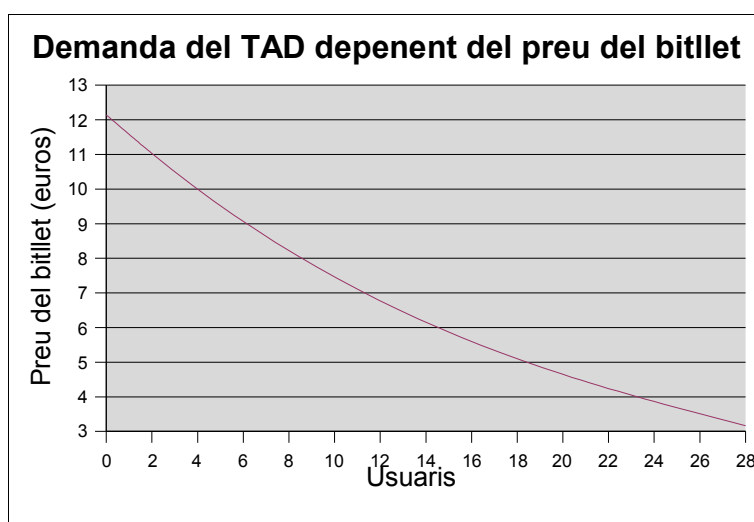


Fig 28: Demanda del TAD en funció del preu del viatge (anada i tornada)

L'equació de la representació gràfica de la regressió és:

$$P_b = 12,14 \exp(-0,048 U) \quad [42]$$

amb

$$R^2 = 0,9831$$

S'observa com quan el preu és de més de deu euros, les persones disposades a sol·licitar el servei són pràcticament nul·les. En canvi, si el preu és de tres euros, els possibles usuaris del TAD augmentarien considerablement. Si existís un augment en dos euros, és a dir, el pas de tres a cinc, no influiria gaire la presa de decisions dels possibles usuaris.

L'equació fa referència a un viatge d'anada i tornada. Donat que tant el cost de la variació de temps dels passatgers, com el cost d'oportunitat dels taxistes és d'un viatge d'anada, l'equació anterior serà la meitat:

$$P_v = 6,070 \exp(-0,048 \times U) \quad [43]$$

Doncs, els ingressos vindran donats pel preu del bitllet.

Es pot dir que si actualment, el preu del bitllet és de tres euros, el percentatge de passatgers que utilitzaran el servei en funció del preu, serà del 100%.

Si el preu és de cinc euros, existirà una disminució de la demanda del 28,5%. La demanda serà del 7,0% si el preu del bitllet és de deu euros.

Ha partir d'aquests percentatges, es pot analitzar els ingressos en funció de la demanda.

Si el preu és de tres euros, existeix el 100% dels usuaris que utilitzarien el servei, en canvi per cinc euros, hi ha una disminució. S'ha de veure si aquesta disminució, globalment en els ingressos totals, influirà o no afectarà per l'augment del preu del bitllet.

Per avaluar això es procedirà a fer el producte dels percentatges per el preu del bitllet. Això es pot fer si es suposa que els percentatges és població que sol·licita el servei.

En la taula següent, s'obtenen els ingressos en funció del preu i el percentatge de la demanda:

Preu bitllet (€)	Demanda (%)	Ingressos (€)
3	100,0	300,0
5	71,5	357,5
10	7,0	70,0
13	0,0	0,0

Taula 34: Ingressos en funció del preu del bitllet i la demanda del servei

Com s'observa, els ingressos que s'obtindrien si el preu del bitllet fos de 5 euros serien més elevats que si fos de 3 euros tot hi haver una disminució de la demanda.

Com s'ha vist, un augment del preu del bitllet significarà una disminució de la demanda del servei

del Transport a la demanda, tot i així, analitzant els ingressos totals, aquesta disminució no influirà en aquests ja que queda pal·liada per l'augment del bitllet del viatge.

Per tant es pot concloure que en el Transport a la demanda, tant en el TAD actual com en el modificat, ja que com s'ha dit, la metodologia utilitzada per realitzar el servei no influeix en els ingressos, un augment de dos euros, no faria disminuir els ingressos sinó que els faria augmentar, doncs, és factible un augment de preu.

7 MILLORES FUTURES PER AL TAD: LA FREQUÈNCIA DE PAS

Després de l'anàlisi tant quantitatiu com qualitatiu del TAD actual i el modificat, s'ha arribat a la conclusió que el TAD actual és menys econòmic que el modificat i alhora, pels taxistes els i és més rentable, però des del punt de vista dels usuaris, el segon és menys favorable que el primer.

Es possible fer un altre plantejament al model modificat que seria més positiu per l'usuari i que a la vegada faria augmentar la demanda si es preveu una modificació als models comentats.

Com s'ha demostrat en l'apartat on s'analitza les variables del promotor, els costos del TAD actual són més elevats que els del modificat.

Actualment, els transport públic són no rentables econòmicament, doncs és l'administració que ha de finançar-los. La financiació del transport a la demanda per els propers anys a les comarques de l'Alt Pirineu serà elevada com comenta SeuDigital-El Portal de la Seu d'Urgell (2007); (Annex 5) Igualment, el Consell Comarcal vol instaurar una política de transports que resulti més barata de cara als usuaris i a la vegada se'ls hi ofereixi un servei millor. Diari AVUI (2008), (Annex 5).

La diferència de costos entre el TAD actual i el modificat es podria utilitzar per millorar el servei que s'ofereix a la població a partir de la implantació de noves freqüències, fet que farà augmentar la demanda del servei. Doncs la compensació de l'augment del temps de viatge es podrà veure recolzada per un augment de freqüència del servei ofert.

Tot això es farà a partir de les hipòtesis que es comenten seguidament

7.1 Hipòtesis i formulació matemàtica

7.1.1 Temps d'espera

En aquesta tesina s'ha tingut en compte no el temps total de viatge, sinó la variació del temps de viatge. El temps total és la suma del temps de l'origen al destí més el temps per anar a altres orígens. Com s'ha comentat, el primer d'aquests temps és sempre igual, ja que de l'origen al destí normalment sempre es tarda el mateix, en canvi, en el segon temps, és a dir, la variació del temps de trajecte dependrà dels usuaris que sol·licitin el servei. Per aquest motiu, no es valorarà el temps total de viatge sinó la variació del temps de viatge.

Un altre paràmetre que es té en compte, és el temps que tardarà a poder utilitzar el transport públic des de que es pren la decisió d'anar a un destí utilitzant aquest. Aquest paràmetre es veu influït per la freqüència de pas del transport públic, doncs com més freqüència, menys temps d'espera.

Aquest temps d'espera, per probabilitat, es considerarà que és la meitat del temps entre l'últim TAD passat i el següent.

Aquest temps d'espera es pot considerar de diferents maneres en funció de la implantació d'uns nous horaris que faran augmentar la freqüència.

Per tant, es vol obtenir la diferència del temps T_p , a partir de l'equació 15, que existirà entre el TAD actual i el modificat, a partir de diferents simulacions, imposant nous horaris i noves freqüències. Un cop vista la diferència, es calcularà el cost que implicaria la realització d'un nou viatge.

7.1.2 Demanda i cost del servei de TAD

Actualment, tal i com s'observa en la Taula 24 el nombre de passatgers que sol·liciten el servei, la major part de vegades no omplen un taxi de 7 places. Un augment de la freqüència del servei, significarà la disminució de la demanda puntualment, però es veurà compensada per l'augment que es produirà per la major oferta del servei.

Per analitzar el cost que suposarà una nova implantació d'un dels serveis del TAD modificat, es farà a partir de la suposició que sols s'ha necessitat un taxi per realitzar la recollida dels usuaris, però aquest anirà amb les 7 places cobertes.

Pel TAD actual el cost és constant, ja que sempre hi ha viatges per les 4 rutes.

A partir de la Taula 31 i del gràfic de la Figura 25, el cost d'un viatge d'anada del servei del Transport a la demanda que haurà de fer front el Consell Comarcal serà:

	Cost d'un viatge d'anada (euros)
TAD actual	315,3
TAD modificat	115,76

Taula 35: Cost d'un viatge d'anada

7.1.3 Variació del temps de viatge

La variació de temps de viatge (V_t) es suposarà diferent en el cas del TAD actual i el modificat.

Per al TAD actual, aquest serà el la variació més petita en funció dels usuaris Això passa quan el nombre de persones que sol·licitaran el servei és de 21.

Per al TAD modificar, la variació serà la més gran en funció dels usuaris. Doncs es complirà per a 5 usuaris.

S'ha suposat d'aquesta manera per ser el cas més desfavorable, és a dir, que per el TAD modificat sigui el més desfavorable a l'hora d'obtenir el resultat de T_p i per al TAD actual sigui el més favorable.

Les dades s'han obtingut a partir del gràfic de la Figura 11. Els valors es presenten seguidament:

	T_v (minuts)
TAD actual	5,57
TAD modificat	23,36

Taula 36: Variació de temps de trajecte utilitzats per fer la simulació

7.2 Avaluació de la freqüència

Per l'obtenció del temps i els costos es farà una simulació a partir de diferents suposicions tant dels dies de viatge com les hores de viatge. Pel que fa als dies de viatge, sempre s'ha considerat el dimecres ja que en el poble de destí hi ha el mercat setmanal i actualment el transport a la demanda en la zona estudiada es realitza aquest dia de la setmana. Els altres dies i hores s'han elegit aleatòriament

En la taula següent es presenta el nombre de viatges per dia i per setmana i les hores i dies considerats per fer la simulació:

	Viatges	Horari
Per setmana	1	Dimecres
	2	Dimecres/Dissabte
	3	Dilluns/Dimecres/Divendres
	4	Dilluns/Dimecres/Divendres/Dissabte
	5	Dilluns/Dimarts/Dimecres/Dijous/Divendres
Per dia	1	08:00
	2	08:00/13:00
	3	08:00/13:00/18:00

Taula 37: Nombre de viatges per dia i per setmana que s'han utilitzat per fer la simulació del Tp

7.2.1 Temps Tp per diferents viatges per setmana

Per la simulació feta amb la inclusió de més viatges durant la setmana s'han obtingut els gràfics que es mostren en les figures següents. La representació gràfica es el temps Tp en funció del cost:

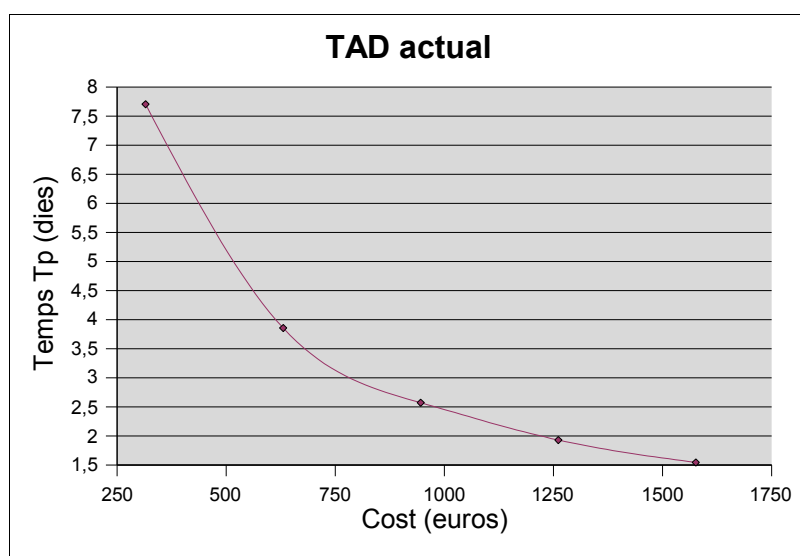


Fig 29: Temps Tp en funció del cost del TAD actual per diferents viatges per setmana

L'equació que representa aquest gràfic és una funció exponencial donada tot seguit:

$$Tp = 2411,726 C^{-0,999}$$

[44]

amb

$$R^2 = 1,0$$

on

– C: cost del servei

Per al TAD modificat s'ha obtingut la següent figura:

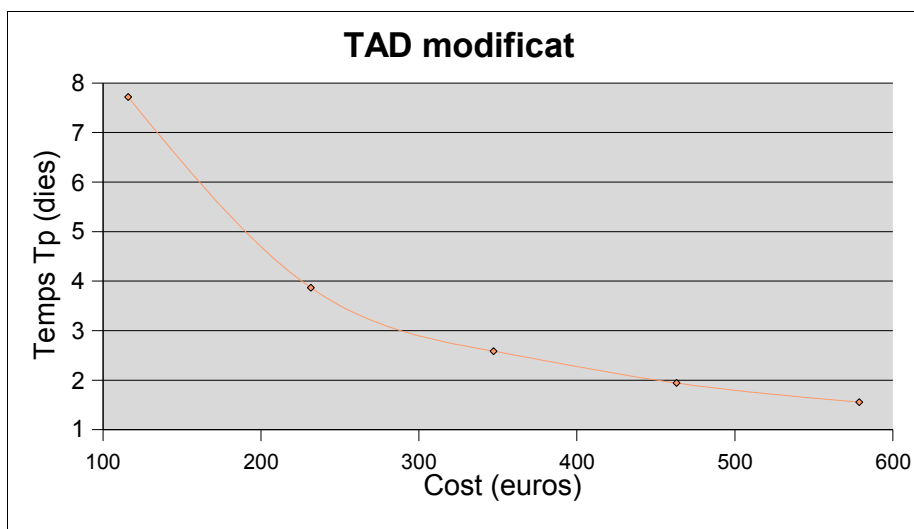


Fig 30: Temps Tp en funció del cost del TAD modificat per diferents viatges per setmana

L'equació de l'anterior figura és:

$$Tp = 871,382 C^{-0,995}$$

[45]

amb

$$R^2 = 1,0$$

Si comparem el TAD actual i el modificat, s'obté la següent figura:

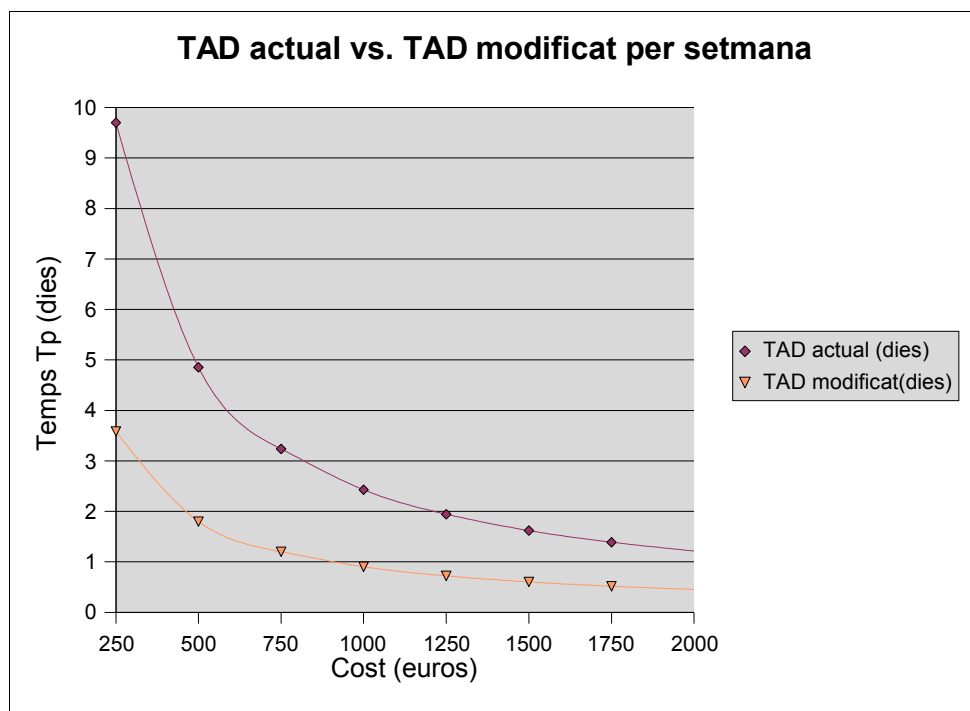


Fig 31: Temps T_p en dies per el TAD actual i el modificat en funció del cost total

Com es pot observar, per un mateix cost, el temps perdut T_p d'un viatger és considerablement més elevat en el TAD actual que en el modificat. A mesura que es va augmentant el cost, la diferència del temps tendeix a disminuir, però tot i així el del TAD modificat és inferior.

A partir de les equacions anteriors, després de definir un temps T_p es podrà trobar el cost i tot seguit els taxis que són necessaris per poder aconseguir el temps T_p dels usuaris desitjat.

7.2.2 Temps T_p per diferents viatges per dia

Ara, en ves de definir diferents viatges per setmana, es definiran diferents viatges per dia. Com s'ha fet en l'apartat anterior, es mostra seguidament la relació entre el temps T_p i els costos tant del TAD actual com del modificat.

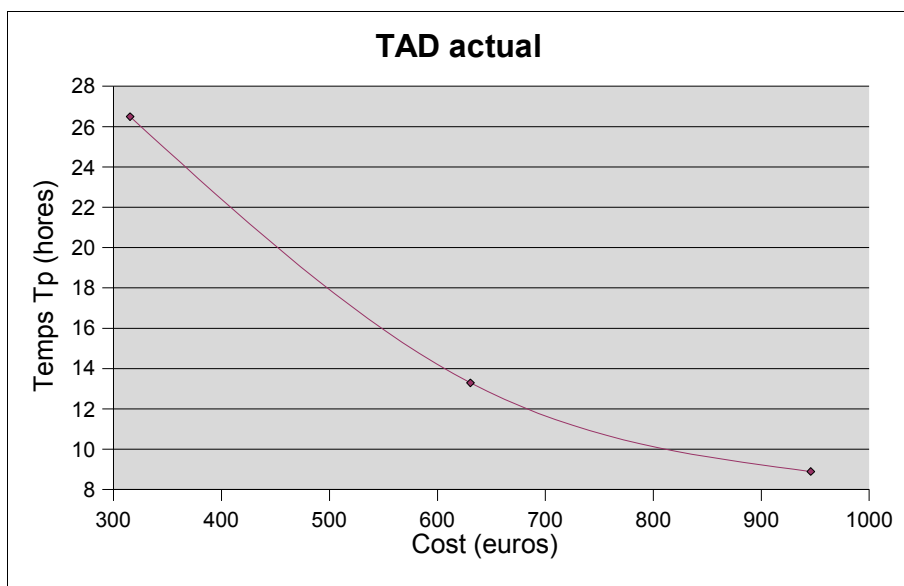


Fig 32: Temps Tp en funció del cost del TAD actual per diferents viatges per dia

La funció potencial que defineix la corba és:

$$Tp = 8057,961 C^{-0,994} \quad [46]$$

amb

$$R^2 = 1,0$$

La figura següent mostra els resultats obtinguts per el TAD modificat:

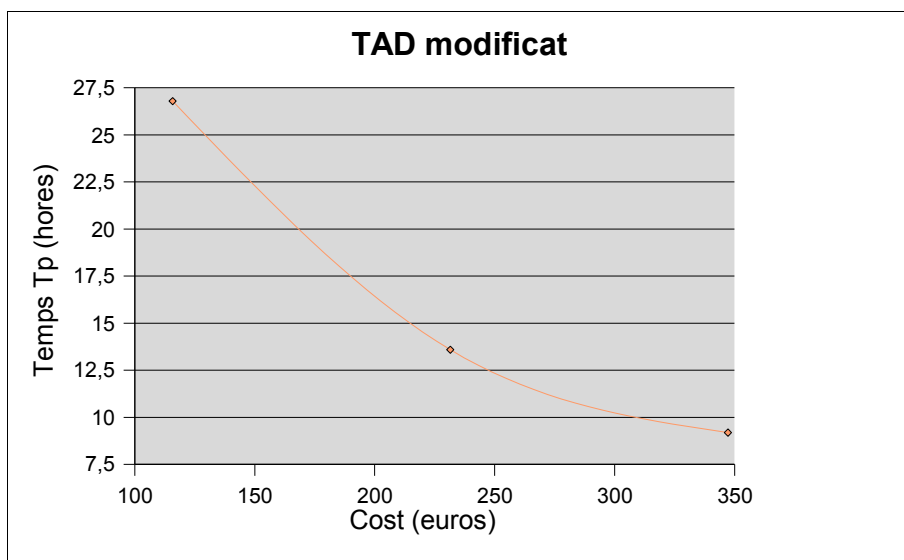


Fig 33: Temps Tp en funció del cost, del TAD modificat per diferents viatges per dia

La regressió de la funció potencial és:

$$Tp = 2744,632 C^{-0,974} \quad [47]$$

amb

$$R^2 = 1,0$$

A partir de les dues equacions anteriors s'englobarà en un sol gràfic els dos models:

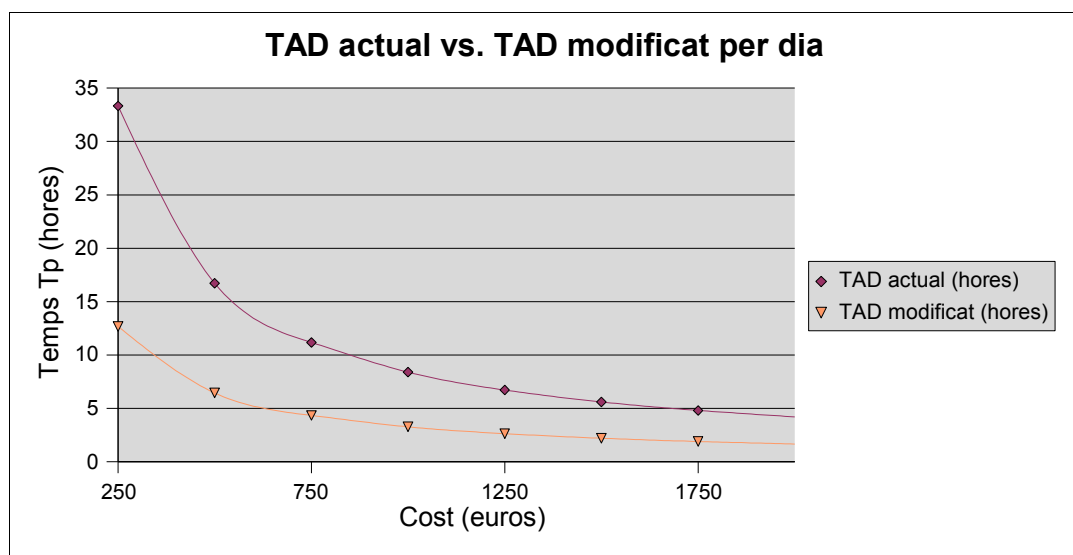


Fig 34: Temps Tp en dies per el TAD actual i el modificat en funció del cost total

Com passa en la simulació de diferents viatges per setmana, el temps Tp disminueix quan augmenta el cost, doncs, augmentarà la freqüència dels viatges del transport a la demanda.

Després de fer la simulació i obtenir les regressions potencials per als dos models suposant per separat, més d'un viatge per setmana i més d'un viatge per dia es pot concloure que utilitzant el model del transport a la demanda del TAD modificat, s'aconseguirà, amb la mateixa inversió que actualment, és a dir, el model del TAD actual, una disminució del temps d'espera i com a conseqüència una disminució de la pèrdua de temps sempre i quant s'augmenti la freqüència del servei. Doncs es produirà un efecte positiu sobre l'usuari que repercutirà a mitjà termini amb un augment total de la demanda del servei.

Per demostrar el paràgraf anterior sols fa falta que es miri la figura 34. El cost del TAD actual d'un servei d'anada d'un sol taxi, costa uns 300 euros, doncs correspon a un temps Tp d'unes 25 hores. Per aquest mateix valor econòmic es pot ficar en funcionament dos taxis amb el model del TAD modificat, ja que el cost d'un d'ells és d'uns 150 euros. Això permetrà disminuir el temps Tp dels usuaris fins a unes 7 hores, si existeix més d'un servei en un dia.

Si ara s'observa la figura 31, suposant diferents serveis durant la setmana, per al TAD actual, un únic taxi durant tota una setmana suposaria un cost de 300 euros amb un temps Tp de 7 dies. En canvi, per al TAD modificat, per igualar el valor econòmic, són necessaris dos taxis que permetrien disminuir el temps Tp fins a 3 dies.

8 CONCLUSIONS I INVESTIGACIÓ FUTURA

8.1 Conclusions

La densitat de població del Pallars Jussà és molt baixa, 9,5 hab/km². És aproximadament 22 vegades més baixa que la mitja de Catalunya.

Tota població ha de tenir un mitjà de transport públic per desplaçar-se. En les zones on el nombre de persones és baix i alhora el territori és molt extens, instaurar un sistema de transport pot suposar un dèficit elevat per l'operador.

En la comarca del Pallars Jussà, en els petits pobles on no arriba el transport públic de les línies d'autobusos de l'Alsina Graells o del tren dels Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, el Consell Comarcal ha instaurat el sistema del Transport a la demanda.

El Transport a la demanda és un tipus de transport públic en que no hi ha unes línies fixes. A través de les peticions realitzades pels usuaris a l'operador, aquest organitza el recorregut per portar els passatgers des de l'origen al destí.

El transport a la demanda al Pallars Jussà es basa amb diferents rutes que enllacen els pobles, que estan estesos per la comarca, i les poblacions més importants, La Pobla de segur, Tremp i Isona. Aquests enllaços es realitzen a través de rutes. Cadascuna d'aquestes és recorreguda per un taxi. El trajecte que fa cada taxi és sempre igual, i sols es modifica el recorregut amb dependència si existeix demanda en els pobles o no. Aquest model s'anomena, al llarg de tota la tesina, TAD actual.

El que es proposa en aquesta tesina és un model nou, el TAD modificat. A diferència del TAD actual, en aquest, una ruta no implica que ha de ser recorreguda per un taxi. El nombre de taxis necessaris serà funció del nombre de persones que sol·licitin el servei. Llavors, a partir de les sol·licituds, s'organitzaran les noves rutes. Aquestes noves rutes seran l'agrupació de les rutes del TAD actual. Així doncs, les rutes del nou model són flexibles ja que depenen totalment de la demanda.

Un cop definides les noves rutes del TAD modificat, s'ha avaluat les diferents variables que es tenen en compte pels usuaris, els taxistes i l'operador o promotor.

La principal variable de l'usuari és la variació de temps de viatge. Aquesta és la diferència de temps d'anar de l'origen al destí passant per altres orígens i anar de l'origen al destí de forma directa.

Un cop analitzada aquesta variable s'ha obtingut la viabilitat del recorregut i els costos que comporta aquesta diferència de temps de viatge, pels usuaris.

La variable que influirà al taxista, prendre la decisió de fer el Transport a la demanda és el cost d'oportunitat. Aquest serà el valor resultant de la diferència entre el que pot guanyar realitzant altres trajecte i el que obtindria fent el TAD. Un cost d'oportunitat negatiu significarà que el taxista no realitzarà el TAD, doncs no li és rentable.

Una vegada analitzat els paràmetres dels taxistes i els usuaris, queda el promotor. Aquest ha d'analitzar dues variables importants abans de ficar en funcionament el Transport a la demanda, la primera, els ingressos, i la segona, les despeses. La primera s'avaluarà a través d'un anàlisi de la demanda en funció del preu del bitllet. Això s'ha realitzat a través d'una enquesta. La segona seran les despeses operacionals, és a dir, el cost dels taxistes.

Un cop comentades els paràmetres que influiran en cadascuna de les variables que s'han tingut en compte, s'ha procedit a realitzar una avaluació en una zona del Pallars Jussà, la zona Nord de la comarca. En aquesta zona, actualment existeixen 4 rutes del Transport a la demanda.

A través de la informació facilitada tant per part dels taxistes de la comarca com pel Consell Comarcal, s'ha pogut comprovar que en la major part dels dies, els usuaris totals de les quatre rutes del nord no superen la capacitat total d'un taxi. Això significa que si es realitzés el Transport a la demanda a través del model del TAD modificat sols seria necessari un taxi. En canvi, actualment, pel TAD actual, en són necessaris quatre.

En aquest anàlisi, s'ha valorat les variables que es tenen en compte tant per els usuaris que sol·liciten el servei, com pels taxistes que el realitzen i com per l'operador.

Després de fer una simulació tant de l'estat actual del TAD com del modificat en aquesta tesina, s'ha arribat a les diferents conclusions per les diferents persones i organismes que estan implicades en aquest servei:

Usuaris

En el TAD actual, la variació del temps de viatge és menor que en el TAD modificat. En el primer, la variació del temps de viatge d'un passatger és d'uns 5 minuts, en canvi en el segon és d'uns 20-25 minuts. Tot i així, aquest temps, després de ser contrastat tant per investigadors del transport com per una pròpia enquesta feta a la població de la comarca, és acceptable pels usuaris del Transport a la demanda.

Un cop realitzat l'estudi de la variació del temps, s'ha pogut obtenir la viabilitat i els costos que aquesta variable li produeix a l'usuari. S'ha obtingut que TAD actual resulta més viable i menys costos que el modificat. L'índex de viabilitat del TAD actual és pràcticament 1, en canvi, pel modificat és molt petit fins a una demanda de 10 persones. En aquest punt la viabilitat és pròxima al 0,7-0,9.

Pel que fa a costos que la variació de temps produeix pel TAD actual, aquests són baixos, menys d'un euro per usuari. La diferència no es notable amb el TAD modificat. Aquest té uns costos inicials d'uns 3,5 euros però disminueix fins a 2 euros quan existeix una demanda de 10 persones i arriba a menys d'un euro a partir de les 22 persones.

Val a dir, que en un escenari futur, aplicant el model del TAD modificat, es podria augmentar la freqüència de pas. Això faria disminuir el temps d'espera de l'usuari, i com a conseqüència del temps perdut. A la llarga, un augment de freqüència suposa un augment de la demanda del servei.

Fent una valoració del temps perdut dels usuaris (suma ponderada entre el temps d'espera i la variació del temps de viatge) en funció dels costos operacionals, s'ha comprovat que igualant els

costos del TAD actual i el modificat, aquest últim produïa una disminució del temps d'espera i resultava un temps perdut inferior que el primer. Això és perquè per uns costos iguals, en el model proposat, el TAD modificat, podia augmentar la freqüència de pas oferint un servei millor als usuaris.

Taxistes

Després d'avaluar el cost d'oportunitat del TAD actual i el modificat, s'ha vist com pels dos models aquesta variable era negativa. Tot i així, fer positiu aquest valor és més fàcil pel modificat que per l'actual. El cost d'oportunitat d'aquest últim és constant i té un valor negatiu de 160 euros. En canvi pel TAD modificat, aquesta variable és lineal negativa, des del valor 0 fins als 180 euros. Només, quant s'utilitzin quatre taxis pel TAD modificat aquest valor serà més desfavorable que el TAD actual.

Promotor

El promotor, ha de vetllar tant pels interessos dels usuaris, com pels propis seus, en aquest cas, els econòmics. S'ha vist com, a través de l'enquesta feta a la població, un augment en el preu del bitllet als passatgers, de 3 a 5 euros, no faria disminuir gaire el nombre de usuaris, en canvi, si que faria augmentar els ingressos totals.

Igualment, analitzant els costos, a través de la simulació, es veu com anualment, si es procedeix a realitzar el servei com es fa actualment, el cost és d'uns 7.000 mil euros, en canvi en el TAD modificat, el cost és com a molt de 5.500 euros, quantitat que és més econòmica que realitzar el servei amb el model del TAD actual.

Doncs, de tot l'anàlisi, s'extreu que el TAD modificat, és millor tant pel promotor, pels costos operacionals que comporta, com pel taxista. Pel que fa als usuaris, mirant la viabilitat del nou model és menys competent que l'actual

Una de les conseqüències que comporta una disminució dels costos operacionals és que pels mateixos costos que pel TAD modificat es pot augmentar la freqüència de pas del TAD modificat.

S'ha analitzat, en l'últim capítol de la tesina quina seria l'afecció de l'augment de la freqüència de pas.

Per avaluar com afectaria s'ha utilitzat la variable temps perdut. Aquest temps és el sumatori de temps des de que l'usuari decideix utilitzar el transport públic fins que aquest passa (temps d'espera) i la variació de temps de viatge. Un cop fet l'anàlisi per diferents freqüències de pas, es conclou que per un cost igual, el TAD modificat implica menys temps perdut que el TAD actual, ja que hi ha més freqüència de pas.

Es resumeix, doncs, que un augment de freqüència de pas faria disminuir el temps d'espera de l'usuari i com a conseqüència el temps perdut. La variació de temps de viatge, que és més gran pel TAD modificat que per l'actual, queda pal·liat per un augment de la freqüència de pas.

És ben sabut que, un augment de freqüència comporta a mitjà termini, un augment en la demanda del servei. Això produiria una major rendibilitat tant per l'operador, doncs tindria més ingressos derivats de la venda dels bitllets, com pel taxista, doncs faria més viatges. Igualment, l'usuari en

sortiria beneficiat en poder decidir diferents horaris per desplaçar-se en comparació amb l'estat actual que només hi ha un servei durant tota la setmana.

Es pot concloure que aquesta tesina ha servit per analitzar, primerament, el transport a la demanda, servei poc utilitzat a Catalunya, però que en canvi, a Europa és un model de transport públic que dona servei a molts usuaris. I finalment, s'ha pogut demostrar que fent un plantejament diferent del servei existent a la comarca del Pallars Jussà s'obtenen millors resultats tant econòmics (operador i taxista) com socials (usuaris).

8.2 Investigació futura

L'estudi que s'ha realitzat en aquesta tesina és d'un model de transport, com s'ha comentat, poc utilitzat a Catalunya. Igualment, la comarca del Pallars Jussà té una densitat de població baixa. Doncs, aquest model es podria aplicar en d'altres llocs que tingués una semblança amb la comarca del Pallars Jussà i alhora estudiar nous procediments per servir a l'usuari utilitzant aquest servei.

Aquest model també es pot aplicar en altres llocs i altres àmbits, com pot ser en les urbanitzacions properes a nuclis elevats de població, en congressos (per anar i buscar els congressistes de l'hotel al congrés i viceversa), això si, s'hauria de fer una nova modelització tot i que la base seria la mateixa que la proposada en aquest document.

Tornant a la zona del Pallars Jussà, s'ha estudiat i obtingut uns resultats del servei que es dona a la zona Nord de la comarca, doncs queda per estudiar i modelitzar la resta de la comarca, que tot i ser semblant amb la zona avaluada s'hauria de resoldre l'agrupament de rutes fent diferents suposicions, que dependrien de la zona d'estudi, dels quilòmetres i dels usuaris que utilitzessin el servei.

Igualment, com s'ha comentat al llarg de la tesina, la simulació col·lapsa a partir de 28 usuaris. Això es produiria si la demanda es triplicués en els propers anys. En aquest document no s'ha considerat aquesta demanda tant elevada, doncs s'hauria de fer una nova modelització de la simulació i dels plantejaments si les sol·licituds del Transport a la demanda augmentessin considerablement.

Es podria desenvolupar una eina de previsió de la demanda. A partir de les demandes realitzades al llarg d'un període de temps, es podria desenvolupar un programa informàtic que facilités, a través de mètodes probabilístics, la demanda, i alhora, fer una previsió i planificació de les rutes.

Igualment, es podria, també, fer una simulació d'un sistema de transport a la demanda dinàmic, és a dir, que els passatgers no haguessin de fer la reserva del viatge un dia abans, sinó que es pugues fer al mateix moment. Aquest mètode, aplicant les mateixes variables, s'hauria de veure si realment és rentable tant per els taxistes i el promotor, com si es viable pels usuaris.

9 REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Álvarez, O., Cantos, P. i Pereira, R. (2004), *Precios óptimos para el transporte interurbano por carretera en España*.

Canalda, P. i Josselin, D. (2004), *Énumération d'arbres couvrants tentaculaires, une solution au problème de transport à la demande en convergence*. IEEE Proceeding of setit 2004 conference.

CENIT (2004), *Metodologia per a l'establiment de les tarifes del taxi a l'AMB i la seva revisió*. Area Metropolitana de Barcelona. Institut Metropolità del Taxi.

CETE-Sud ouest-DAT (2006), *L'expérience toulousaine de transport à la demande*.

Cordeau, J-F. i Laporte, G. (2003), *A tabu search heuristic for the static multi-vehicle dial & ride problem*. Transportation Research Part B 37 (2003) 579-594.

De Rus, G., Betancor, O. i Campos, J. (2006), *Evaluación económica de proyectos de transporte*. Publicaciones de Infraestructura y Mercados Financieros. Banco Interamericano de Desarrollo (Washington)

Delgado, C. (1999), *Diseño de metaheurísticos híbridos para problemas de rutas con flota heterogénea (2a parte): Grasp y concentración heurística*. Departamento de economía de la universidad de Burgos.

Diana, M. i Dessouky, M. (2004), *A new regret insertion heuristic for solving large-scale dial & ride problems with time windows*. Transportation Research Part B 38 (2004) 539-557.

EMQ 2006 Alt Pirineu i Aran.

Garaix, T., Artigues, C., Feillet, D. i Josselin, D. (2006), *Résolution de problèmes de transport à la demande avec chemins alternatifs*. 6^e Conférence Francophone de Modélisation et simulation (MOSIM'06)-Rabat-Maroc

Garaix, T., Artigues, C., Feillet, D. i Josselin, D. (2006), *Vehicle routing problems with alternative paths: an application to demand responsive transports*. Laboratoire d'informatique d'Avignon. LAAS, CNRS Toulouse.

Hunsaker, B. i Savelsbergh, M. (2002), *Efficient feasibility testing for dial & ride problems*. Operations research letters 30 (2002) 169-173

Josselin, D. *Transports à la demande dans la société de l'information*. UMR ESPACE du CNRS.

Malucelli, F., Nonato, M. i Pallottino, S. (2000), *Demand Adaptive Systems: some proposals on flexible transit*.

Mechti, R. *Tournées de véhicules à la demande: problèmes et methodes*. Université de Versailles. Laboratoire PRISM.

Murga, M. (2002), *Medios de transporte y tecnologías. Un paseo por los niveles de servicio, la capacidad...* Planificación del transporte urbano. Curso Massachusetts Institute of Technology.

Prud'Homme R. i Ming Sun, Y. (2000), *Le cout economique de la congestion peripherique parisien: une aproche desagregée*. Les cahiers Scientifiques du Transport. N° 37/2000. Pages 59-73

Quinet, E. (1995), *Les coûts sociaux des transports: évaluation et liens avec les politiques d'internalisation des effets externes*. OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), CEMT (Conférence européenne des ministres des transports).

Robusté F. (1998), *Els costos derivats de la congestió del trànsit a Barcelona*. Ed. Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Direcció General de Ports i Transports. Institut català per al desenvolupament del Transport.

Robusté F. i Sarmiento I. (1999), *Sistemas Tarifarios del vehículo privado en medio urbano*. Ed. Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento.

Roselló, X., Robusté, F. i Lopez-Pita, A. (1997), *Dial & Ride bus service for disabled users in Barcelona*. ATM i CENIT.

Schreyer, C., Schneider, C. (2004), *Costes externos del transporte. Estudio de actualización*. INFRAS i Universitaet Karlsruhe.

UITP (Union internationale des transports publics) (2001), *L'accès au transport public*.

UITP (Union internationale des transports publics) (2003), *La financiación de la explotación del transporte público*.

UITP (Union internationale des transports publics) (2005), *Desarrollo del transporte público en áreas de baja densidad a través de sistemas de tarificación y de billeteaje apropiados*.

UPC i UB (1998), *Els comptes del Transport de viatgers a la regió metropolitana de Barcelona*. Ed. ATM.

Pàgines Web consultades:

El cercador de notícies en català: <http://huubs.imente.com>

El diari AVUI: <http://www.avui.cat>

El Periódico de Catalunya: <http://www.elperiodico.cat>

Generalitat de Catalunya: www.gencat.cat

Institut d'estadística de Catalunya www.idescat.cat

Instituto Nacional de estadística (INE): www.ine.es

Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité: <http://www.inrets.fr/>

ITER, Bureau d'études et de conseil en transport et déplacement : <http://mobiter.iternet.org>

Josselin Didier: <http://www.modulobus.org/>

La Malla: <http://www.lamalla.net>

Union internationale des transports publics: <http://www.uitp.org/>

Viu a Lleida.com: <http://cat.lleida.com>

Wikipedia :<http://ca.wikipedia.org/wiki/Portada>

ANNEXOS

Annex 1: Enquesta i respostes de la població del Pallars Jussà

Annex 2: Resultats de l'avaluació de la variació de temps de viatge dels usuaris.

Annex 3: Resultats de l'avaluació dels quilòmetres recorreguts pels taxistes.

Annex 4: Tarifes màximes autoritzades de Taxi de l'any 2007 de l'associació Provincial d'Auto-taxi de Lleida

Annex 5: Reculls de premsa

Annex 6: Programa i simulacions en CD-Rom

Annex 1 : Enquesta i respostes a la població del Pallars Jussà

1. Disposa de vehicle privat
 1. sí
 2. no
2. Sabia que existeix un servei que ofereix el Consell Comarcal del Pallars Jussà, en el que pot anar a Tremp, La Pobla de Segur o Isona (depenent de la ruta) si ho demana amb un dia d'antelació
 1. sí
 2. no
3. Suposant que durant una setmana no disposa de vehicle privat i ha d'anar a Tremp, La Pobla de Segur o Isona per realitzar algun afer, comprar... però no és urgent:
 1. Sol·licitaria el servei adaptant-se als horaris d'aquest
 2. Retardaria els afers que ha de realitzar fins que disposés del seu vehicle privat
 3. Buscaria alguna altra alternativa com viatjar amb algun amic, veí... que es desplaçés fins la destinació desitjada
4. Si es decidís a viatjar amb un servei de Taxi-bus, quin preu estaria disposat a pagar per anar i tornar
 1. Menys de 3 euros
 2. de 3 a 5 euros
 3. de 5 a 10 euros
 4. més de 10 euros
5. Si des del seu poble es tarda un cert temps per anar a la destinació desitjada amb el vehicle privat, quants minuts estaria disposat a perdre, de més, amb el taxi-bus, és a dir, la diferència de temps entre el viatge amb el taxi-bus i el viatge amb vehicle privat
 1. Fins a 15 minuts
 2. de 15 a 30 minuts
 3. de 30 a 45 minuts
 4. més de 45 minuts
6. I per tornar a casa (ha anat del seu poble fins al poble principal, Tremp, La Pobla de Segur, Isona, ha realitzat el que hi havia de fer, i es disposa a tornar a casa seva)
 1. Fins a 15 minuts
 2. de 15 a 30 minuts
 3. de 30 a 45 minuts
 4. més de 45 minuts
7. El preu d'aquest servei per anar i tornar és de 3 euros, l'utilitzaria més?
 1. Si
 2. no
8. Canviaria la resposta de la 3era pregunta? Si fos que sí, per quina?

	Edat	Sexe	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8
1	21	D	1	2	1	2	1	2	1	2
2	23	D	2	1	3	1	2	2	1	1
3	23	D	2	1	1	2	2	2	1	1
4	23	H	1	2	3	2	2	2	1	1
5	24	D	1	2	3	2	2	2	1	1
6	24	D	1	1	3	2	1	2	1	2
7	24	H	2	1	3	2	1	2	1	1
8	24	H	1	1	3	2	2	2	2	2
9	25	D	1	1	3	1	1	3	1	1
10	25	H	1	2	3	2	1	1	1	1
11	25	H	2	1	3	1	3	3	2	2
12	25	H	1	2	3	1	2	2	1	1
13	25	D	1	2	3	1	2	2	2	1
14	26	D	1	2	3	1	1	1	1	1
15	26	H	1	1	2	1	2	2	2	2
16	26	H	1	1	3	2	1	1	1	2
17	27	H	1	1	2	1	2	3	1	1
18	28	H	1	2	3	1	2	1	1	2
19	34	H	1	2	1	1	1	1	1	2
20	35	H	1	1	1	2	1	2	1	2
21	36	H	1	1	3	2	1	1	2	2
22	40	H	1	1	2	1	3	1	1	1
23	42	H	1	2	2	1	1	1	1	2
24	45	H	1	2	1	2	2	3	1	1
25	47	H	1	2	3	1	2	2	1	2
26	48	H	2	2	3	1	1	2	1	1
27	50	D	1	2	2	2	1	1	1	1
28	50	D	1	1	2	1	2	2	2	1
29	53	H	1	1	2	2	3	2	2	2
30	53	H	1	2	1	1	1	2	1	2
31	53	D	1	1	2	1	2	3	2	2
32	54	D	1	2	2	1	1	1	1	2
33	56	H	1	2	3	3	1	2	1	2
34	60	H	1	1	2	2	1	1	2	2
35	64	H	1	1	2	1	2	2	1	2
36	65	D	2	1	3	2	1	1	1	1
37	67	H	1	2	3	3	1	1	1	2
38	67	H	1	2	2	1	2	2	1	2
39	73	D	2	1	1	1	2	2	1	2
40	73	D	2	2	1	1	1	1	1	2
41	74	H	1	2	2	2	2	2	1	1
42	75	D	2	1	1	2	2	2	1	2
43	77	D	2	1	1	1	1	1	1	2
44	78	H	2	1	1	1	2	2	2	2
45	79	H	2	1	1	2	1	1	1	2
46	80	D	2	1	1	1	2	2	2	2
47	80	H	2	1	1	1	2	2	1	2
48	86	D	2	1	1	1	1	1	1	2
49	87	H	2	1	1	2	1	1	1	2
50	90	D	2	2	1	1	1	1	1	1

Annex 2: Resultats de l'avaluació de la variació de temps de viatge dels usuaris

Rama	Pobles	Usuaris																					
1	Capdella	0	0	1	0	1	2	0	1	0	1	1	0	1	1	2	1	2	2	0	1	0	2
	Aiguavella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Pobellà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Montrós	1	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1	2	0	1
	Paüls	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Aguiró	0	0	1	2	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	1	2	1	0	0	2	2
	Oveix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Astell	1	1	0	2	0	1	1	3	3	1	2	2	2	4	0	5	3	4	5	3	4	2
4	Buira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Les Iglèsies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Xerallo	1	2	2	1	0	0	2	3	0	2	2	1	2	0	2	1	0	1	1	2	0	0
5	Erdo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vilella	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1	0	2	2	1	2	2	0	1	1
	Sarroca de Bellera	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	1	2	2	1	0	0	1	1	1	2	1	1
6	Antist	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Castell	1	0	2	0	2	2	1	0	1	4	1	3	1	2	0	2	4	0	2	3	4	3
7	Beranui	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Puigcerver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Llusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Serradell	1	0	0	2	2	0	0	1	0	1	2	1	0	1	2	0	0	2	0	1	0	1
	Erinyà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Toralla	0	1	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	0	2	2	0	0	0	2	0	2	2
TOTAL		5	5	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14	15
TAD act	Nombre de taxis	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4
	Variació de temps tota	7,5	6	19,2	0	67,2	45,9	16,2	39	19,5	39	84,6	34,5	84,9	39	120,3	57,3	39	87,6	17,4	38,7	0	93,3
	Variació de temps/per	1,5	1,2	2,74	0	8,4	5,1	1,8	3,9	1,77	3,55	7,05	2,88	7,08	3,25	9,25	4,41	3	6,26	1,24	2,76	0	6,22
TAD mod	Nombre de taxis	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	Variació de temps tota	130,5	78,3	160,2	126	102,3	123,9	113,7	85,8	124,8	105,3	230,7	168,9	155,1	145,2	223,5	150,9	120,9	148,8	150	149,7	101,4	201,3
	Variació de temps/per	26,1	15,66	22,89	18	12,79	13,77	12,63	8,58	11,35	9,57	19,23	14,08	12,93	12,1	17,19	11,61	9,3	10,63	10,71	10,69	7,24	13,42

Rama	Pobles	Usuaris																					
1	Capdella	2	1	3	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Aiguavella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Pobellà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Montrós	0	1	2	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Paüls	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Aguiró	2	1	1	0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2
	Oveix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Astell	3	2	5	5	5	3	5	5	5	3	3	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
4	Buira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Les Iglèsies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Xerallo	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2
5	Erdo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vilella	2	2	0	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Sarroca de Bellera	0	1	0	1	1	1	1	0	2	2	1	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	Antist	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Castell	4	4	0	4	4	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
7	Beranui	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Puigcerver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Llusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Serradell	1	2	2	0	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2
	Erinyà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Toralla	0	1	2	1	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3	3	4
TOTAL		15	16	17	17	19	19	20	21	22	22	22	22	23	23	23	24	25	26	26	27	28	28
TAD act	Nombre de taxis	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Variació de temps tota	48,9	88,5	167,1	41,4	62,7	112,8	120,3	138	117,9	145,8	159,6	138	144	117,9	145,8	145,8	145,8	113,7	129,3	133,5	191,1	186,9
	Variació de temps/per	3,26	5,53	9,83	2,44	3,3	5,94	6,02	6,57	5,36	6,63	7,25	6,27	6,26	5,13	6,34	6,08	5,83	4,37	4,97	4,94	6,83	6,68
TAD mod	Nombre de taxis	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Variació de temps tota	130,5	232,5	167,1	103,8	206,7	174	192,3	246	117,9	145,8	159,6	138	144	117,9	145,8	145,8	145,8	113,7	129,3	133,5	191,1	186,9
	Variació de temps/per	8,7	14,53	9,83	6,11	10,88	9,16	9,62	11,71	5,36	6,63	7,25	6,27	6,26	5,13	6,34	6,08	5,83	4,37	4,97	4,94	6,83	6,68

Annex 3: Resultats de l'avaluació dels quilòmetres recorreguts pels taxistes.

Pobles	Usuaris																			
Capdella	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1
Aiguavella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pobellà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Montrós	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	2	1
Paüls	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aguiró	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0
Oveix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Astell	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	2	0	1	1	3
Buira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Les Iglèsies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xerallo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	0	0	2	3
Erdo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vilella	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Sarroca de Bellera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0
Antist	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Castell	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	2	1	0
Beranui	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puigcerver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Llussà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serradell	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	1
Erinyà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toralla	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
TOTAL Usuaris	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	7	7	8	9	9	10
TOTAL Quilòmetres	38,8	41,4	24,4	10,8	71,6	71	79	85,2	96,6	96	99,2	107	114,8	96,2	128,6	109,4	141,8	170,8	151,6	174

Pobles	Usuaris																		
Capdella	0	1	1	0	1	1	2	1	2	2	0	1	0	2	2	1	3	1	1
Aiguavella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pobellà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Montrós	1	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1	2	0	1	0	1	2	1	0
Paüls	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aguiró	1	0	1	0	1	0	2	1	2	1	0	0	2	2	2	1	1	0	2
Oveix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Astell	3	1	2	2	2	4	0	5	3	4	5	3	4	2	3	2	5	5	5
Buira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Les Iglèsies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xerallo	0	2	2	1	2	0	2	1	0	1	1	2	0	0	1	1	2	2	2
Erdo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vilella	2	0	0	0	1	0	2	2	1	2	2	0	1	1	2	2	0	2	1
Sarroca de Bellera	1	0	1	2	2	1	0	0	1	1	1	2	1	1	0	1	0	1	1
Antist	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Castell	1	4	1	3	1	2	0	2	4	0	2	3	4	3	4	4	0	4	4
Beranui	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puigcerver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Llusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serradell	0	1	2	1	0	1	2	0	0	2	0	1	0	1	1	2	2	0	2
Erinyà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toralla	2	1	1	1	0	2	2	0	0	0	2	0	2	2	0	1	2	1	1
TOTAL Usuaris	11	11	12	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14	15	15	16	17	17	19
TOTAL Quilòmetres	159,6	181,8	192,4	165,2	177	180,4	188,6	177	167,4	182,8	155,6	178,6	154	226,4	197	230,4	192,8	208,8	224,8

Pobles	Usuaris																	
Capdella	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3	3	
Aiguavella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pobellà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Montrós	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Paüls	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aguiró	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2	
Oveix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Astell	3	5	5	5	3	3	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	
Buira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Les Iglèsies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Xerallo	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	
Erdo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Vilella	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Sarroca de Bellera	1	1	0	2	2	1	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Antist	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Castell	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	
Beranui	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Puigcerver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Llussà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Serradell	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	
Erinyà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Toralla	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3	3	3	4	
TOTAL Usuaris	19	20	21	22	22	22	22	23	23	23	24	25	26	26	27	28	28	
TOTAL Quilòmetres	224,6	208,4	208,4	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	219,2	

Annex 4: Tarifes màximes autoritzades de Taxi de l'any 2007



Generalitat de Catalunya
Departament de Política Territorial
i Obres Públiques
Direcció General de Transports

TARIFES 2007
TARIFAS 2007
TARIFES 2007



TARIFES MÀXIMES AUTORITZADES, inclosos els impostos, per als serveis de viatgers sèrie V.T. autoritzats per ORDRE de 5 de desembre de 2005 (D.O.G. núm. 4531 del 16 / 12 / 2005).

PREU PER Km RECORREGUT O FRACCIÓ Price for crossed Km or fraction	0,54 €
PREU PER HORA D'ESPERA Price for hour of delay	14,72 €
PREU PER FRACCIÓ CADA 15 MINUTS Price for fraction each fifteen minutes	3,68 €
MÍNIM DE PERCEPCIÓ Minimum of perception	5,00 €
NOCTURNA, ENTRE 21 h i 7 h, DISSABTES I FESTIUS. SUPLEMENT DE Nocturnal between 21 h and 7 h, festive Saturdays and supplement of	3,15 €
MALETES, PAQUETS SUPERIORS A 55x35x35 Superior suitcases packages a 55x35x35	1,45 €

Normes d'aplicació:

1.1 Aquestes tarifes són d'aplicació des del punt d'inici de la prestació dels serveis de transport de viatgers per carretera de caràcter interurbà que es prestin amb vehicles proveïts d'autoritzacions de transport de la classe VT.

1.2 En els serveis que es desenvolupin en horari nocturn, entenent com a tal el comprès entre les 21 hores i les 7 hores, o en dissabtes i festius, s'aplicarà un suplement de 3,15 €.

2. Els serveis s'han de contractar en règim de lloguer per cotxe complet i els recorreguts són en circuit tancat fins al punt de partida pel recorregut més curt, si no s'acorda el contrari expressament.

3. L'usuari té el dret al transport gratuït del seu equipatge fins als límits establerts i en les condicions que fixa l'Ordre del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de 29 de novembre de 2004.

4. Els usuaris han de comunicar al Servei Territorial de Transports competent les irregularitats i les infraccions observades i aquestes podran ser consignades al llibre de reclamacions del vehicle.

MATRÍCULA VEHICLE _____ **NOMBRE DE SEIENTS** _____

PROPIETARI _____

Editat per:



Associació provincial d'auto-taxi de Lleida
C/ Premià de Mar, 4 (Secà de Sant Pere) 25005 LLEIDA
Tel. 973 24 99 56 - Fax 973 23 23 99
Correu electrònic: apataxilleida@hotmail.com

Annex 5: Reculls de premsa

El DPTOP impulsa el servei de transport de viatgers al Pirineu

28 de Novembre de 2007

El director general del Transport Terrestre, Manel Villalante, ha signat avui, a Talarn, quatre convenis amb els presidents dels consells comarcals de l'Alt Urgell, l'Alta Ribagorça, el Pallars Jussà i el Pallars Sobirà per tal d'impulsar el transport públic en aquestes comarques.

Majoritàriament, aquest serà un transport a la demanda, en la que l'usuari podrà sol·licitar el servei amb antelació.

Amb aquest conveni, el DPTOP dota als consells comarcals amb 350.000 euros per tal millorar el transport a les zones de baixa densitat de població de manera que es pugui garantir una millor comunicació dels habitants de nuclis de població petits amb els centres urbans.

El DPTOP ha desenvolupat els darrers anys una sèrie d'accions a les comarques de muntanya per tal de millorar la xarxa de transport públic de viatgers en aquestes zones de muntanya. El DPTOP té en marxa aquest programa de viatgers per carretera a les comarques de muntanya que pretén millorar les comunicacions existents a través dels serveis de transport públic de viatgers a l'Alt Urgell, l'Alta Ribagorça, el Pallars Jussà i el Pallars Sobirà, entre d'altres comarques de muntanya.

El conveni permet que una bona part dels habitants, que resideixen a petits nuclis d'aquestes quatre comarques, puguin beneficiar-se d'un servei de transport amb vehicles i tipologies de servei adaptades a la demanda, entre elles el denominat transport a la demanda. Així mateix, també es potenciarà l'ús de vehicles adaptats per tal de garantir el dret de mobilitat a les persones amb mobilitat reduïda.

El nombre de rutes que operen actualment gràcies a aquests convenis és de 61, amb més de 16.000 expedicions l'any i de gairebé 500.000 quilòmetres realitzats. El nombre de passatgers transportats és de gairebé 85.000. Les rutes es desenvolupen en zones de baixa densitat de població mitjançant serveis programats o a la demanda, amb utilització freqüent de vehicles tipus taxi o similars.

Els consells comarcals assumeixen el compromís de promoure entre els veïns de la comarca l'ús d'aquests transports mentre que el DPTOP és l'encarregat d'autoritzar aquesta prestació.

El Consell Comarcal del Pallars Jussà reclama l'abaratiment del cost del transport públic per carretera

Diari AVUI; 09 de gener de 2008

Tècnics del Consell Comarcal del Pallars Jussà estan redactant les propostes que es presentaran al Pla de Transports de Viatgers de Catalunya 2008-2012. Segons fonts del Consell Comarcal, es vol apostar per incrementar les xarxes de transport intercomarcal al Pirineu per mitjà de bus, augmentar els serveis de trens i abaratir el cost del transport per carretera. L'entitat considera que l'accés al Pirineu amb transport públic és complicat i té un alt cost.

La Generalitat planifica la xarxa de rodalies de Lleida

El periodico de Catalunya; 16 de gener del 2008

La Generalitat té previst implantar trens de rodalies des de la ciutat de Lleida a la Pobla de Segur (Pallars Jussà) i a Sant Guim de Freixenet (Segarra) i estudia la possibilitat d'una tercera línia fins a les Borges Blanques (Garrigues), segons va anunciar ahir a Lleida el secretari de Mobilitat de la Conselleria de Política Territorial i Obres Públiques (PTOP), Manel Nadal. Dues de les noves línies, la que finalitzaria a la Pobla i la de Sant Guim, figuren en el pla de transports de viatgers, que està actualment en període d'informació pública. Sobre la tercera, la que ha de finalitzar a les Borges Blanques, en va parlar ahir Nadal amb els responsables dels serveis territorials a Lleida, en una reunió celebrada a la delegació del Govern. El secretari de Mobilitat va anunciar també que al febrer començaran les proves d'aplicació de la tarifa única a la comarca del Segrià.

El Govern aprova un pla per dinamitzar la comarca del Pallars Jussà

<http://cat.lleida.com/actualitat/noticia.html?id=90519#activa> ; 22 de gener de 2008

El Govern ha engegat un Pla d'Iniciatives de Dinamització a la Comarca del Pallars Jussà davant les necessitats de reactivació econòmica. La Comarca és la zona de Catalunya que presenta major taxa d'envelliment i actualment té el número més baix d'habitants, 12.648, 9,4 persones per km². El govern preveu amb aquest Pla dotar al Pallars Jussà amb una sèrie d'infraestructures per tal de front als problemes endèmics d'aquesta comarca. El nou pla permetrà avançar projectes que estaven previstos per més endavant. Com la modernització i consolidació del reg a Tremp o la millora del regadiu de la zona de Salàs de Pallars. A més s'incorporarà una línia de Agroindústria a l'Escola de Capacitació Agrària del municipi per motivar als joves a quedar-se als pobles. Tot i així ja hi ha iniciatives de joves que aposten per quedar-se a la comarca i engegar negocis de agricultura o ramaderia ecològica o empreses relacionades amb el Turisme, segons ha explicat a el president del Consell Comarcal, Xavier Pont.